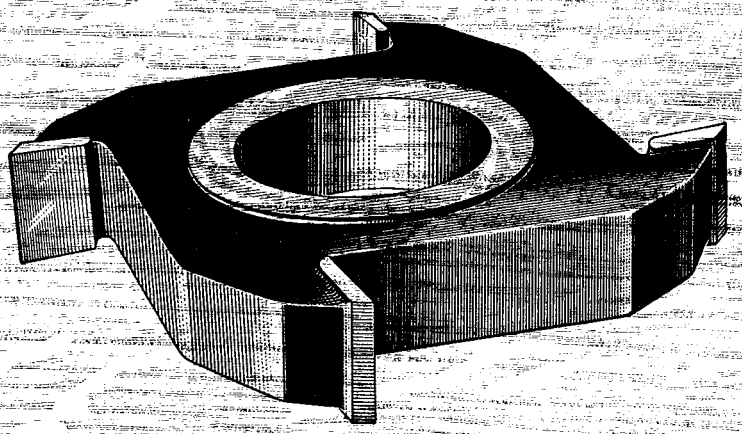
TECHNOLOGIE DE SPÉCIALITÉ

J. HEURTEMATTE
P. POUZEAU

02



USINAGE DU BOIS

A L'USAGE DES PROFESSIONNELS

3e ANNÉE D'APPRENTISSAGE - CL. DE 1ÈRE COLLÈGES et LYCÉES TECHNIQUES

DELAGRAVE

J. HEURTEMATTE
Professeur
de l'Enseignement Technique

P. POUZEAU
Conseiller Technique, Professeur à l'École Technique du Bois

14

COURS DE TECHNOLOGIE PROFESSIONNELLE DE SPÉCIALITÉ

USINAGE DU BOIS

A L'USAGE DES PROFESSIONNELS

3e ANNÉE D'APPRENTISSAGE
CLASSE DE 1re DES COLLÈGES ET LYCÉES TECHNIQUES

LIBRAIRIE DELAGRAVE
PARIS
— 1968 —

© *Librairie Delagrave, 1961.*

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation
réservés pour tous pays, y compris l'U.R.S.S.

PRÉFACE

On peut considérer que jusqu'au milieu du XIX^e siècle le travail du bois était resté une tâche exclusivement manuelle.

En effet, si l'on excepte quelques scieries employant de façon rudimentaire l'énergie hydraulique, c'est à l'inventeur de la machine à vapeur que le bois, comme beaucoup d'autres matériaux, doit le développement de son travail mécanique. Il y a donc pratiquement à peine une centaine d'années que l'on a commencé à construire des machines à bois.

Comme le façonnage du bois n'absorbe qu'une puissance limitée, les premiers inventeurs furent tentés de copier le travail à la main. C'était une erreur, comme on en commet fréquemment en voulant adapter de vieux principes à des moyens nouveaux. Mais par ses enseignements ce fut une erreur fructueuse d'où est née une technique nouvelle : l'usinage mécanique du bois.

Cette technique n'est pas parvenue d'emblée aux résultats dont elle peut aujourd'hui se prévaloir, lesquels restent d'ailleurs toujours perfectibles. Les constructeurs, pour répondre aux désirs de leurs clients, s'attachent surtout maintenant à diminuer le coût des opérations par la réduction de la main-d'œuvre et des temps d'usinage. La qualité et la précision du travail, loin d'en être compromises sont parallèlement sans cesse améliorées.

La fabrication de série, qu'impose un usinage précis de pièces interchangeables, est plus exigeante à ce point de vue que la technique traditionnelle toute d'adresse manuelle et de compromis avec la matière. Dans la production moderne l'art ne disparaît pas, il doit s'adapter et s'associer à l'industrie.

Parvenue à ce stade, la construction et l'utilisation de la machine à bois ne peuvent dépendre de l'improvisation. Elles doivent s'appuyer sur une connaissance raisonnée des phénomènes de la coupe. La conception et l'emploi rationnels du matériel de façonnage mécanique imposent la diffusion de notions fondamentales. C'est à cette tâche que se sont attachés les auteurs de l'ouvrage. Celui-ci traite de toutes les opérations d'usinage du bois, à l'exception du sciage qui fera l'objet d'un autre volume.

Dès les premières pages, apparaît la préoccupation des auteurs de faire comprendre les principes logiques qui forment une véritable science de l'usinage mécanique du bois.

L'un, M. HEURTEMATTE, a apporté dans la préparation et la rédaction sa clarté d'expression et ses dons pédagogiques; l'autre, M. POUZEAU, son expérience de la recherche et de la pratique industrielle.

Ils passent en revue successivement la préparation des surfaces, le calibrage en épaisseur, le profilage et leurs autres opérations de façonnage. Ils ne se sont pas à juste raison souciés de décrire minutieusement des machines et les outils actuels, mais, avant tout, appliqués à en faire comprendre le mode d'action. Par là, cet ouvrage apporte des enseignements plus durables et ne risquant point d'être démodés de sitôt, il permettra pendant longtemps de suivre et de comprendre l'évolution des techniques de travail du bois.

Ce livre rendra, nous en sommes certains, les plus grands services à l'utilisateur éclairé : Chef d'atelier ou de fabrication, comme au constructeur de matériel. Il sera aussi un guide précieux pour l'étudiant ou le stagiaire que ses responsabilités dans l'industrie appelleront plus tard à apprécier de façon critique les perfectionnements du matériel et à en tirer le meilleur parti.

J. COLLARDET,

Directeur au Centre Technique du Bois.

TECHNOLOGIE DU BOIS

L'USINAGE DES BOIS

Nous tendons de plus en plus, comme dans tous les pays dits développés, à la satisfaction large des nombreux besoins de l'homme. Cela provoque l'essor accéléré des techniques d'usinage des bois.

L'usinage mécanique remplace, de nos jours, sur une très grande échelle, les opérations manuelles incompatibles avec les exigences actuelles de la production.

Les fabrications variées, ayant pour matière première le bois, autrefois réalisées par l'artisanat, deviennent, sous la pression des besoins et de la concurrence, du ressort de l'industrie.

Seuls, des techniciens compétents, capables de résoudre rationnellement les problèmes d'usinage, peuvent obtenir des fabrications de qualité.

Cette qualité, ainsi que la précision et l'importance de la production, sont tributaires :

1° De la structure des bois et matériaux dérivés à usiner, de leur dureté et abrasivité, de leurs propriétés anisotropes.

Les arêtes tranchantes des outils sont conçues de manière à attaquer les fibres du bois dans le sens :

a) **longitudinal,** opération dite coupe en bois de fil.

b) **transversal,** opération dite coupe en bois de travers.

c) **perpendiculaire,** opération dite coupe en bois de bout.

2° De l'outil et son mouvement de coupe.

L'outil doit avoir, pour fournir un travail satisfaisant :

a) **une bonne tenue de coupe** qui évite les temps morts de fabrication, d'une durée excessive,

b) **une qualité de coupe** reconnaissable à l'aspect de la surface du bois qui, pour être correcte, ne doit être ni arrachée, ni rayée, ni carbonisée,

c) **une précision convenable de coupe.**

Le mouvement de coupe de l'outil peut être :

a) **alternatif.** Ce mouvement est employé pour le façonnage du bois dans une production limitée.
Il se présente :

— *rectiligne*, ex. : pour le bédane piocheur de la mortaiseuse vibrante à trois couteaux.

— *ou elliptique*, ex. : pour l'outil oscillant de la mortaiseuse vibrante à un couteau.

b) **continu.** Ce mouvement favorise la production de l'outil. L'arête tranchante se déplace selon une trajectoire.

— *rectiligne*, ex. : la chaîne de la mortaiseuse.

— *ou circulaire*, ex. : la fraise de la toupie.

— *ou elliptique*, ex. : l'outil de la ponceuse dite vibrante.

3° De la machine.

Celle-ci doit répondre aux exigences suivantes :

a) **être conçue rationnellement** pour :

— *assurer un travail sérieux*, économique et de qualité grâce à ses organes mécaniques,

— *permettre un réglage rapide* et très précis des outils,

— *effectuer un serrage*, s'il y a lieu, des pièces sur la table porte-pièces de la machine avec des vérins pneumatiques de préférence,

— *offrir à l'ouvrier* un travail aisé, sans fatigues inutiles.

b) **être plus ou moins perfectionnée** pour satisfaire à une production déterminée.
La machine a été créée, à la fois pour réaliser l'usinage grâce à l'outil, organe essentiel, et pour assurer la productivité de l'entreprise, afin que celle-ci soit rentable.

On peut classer les machines en trois groupes qui sont :

— *les machines simples*. Elles exécutent un travail précis ex. : le rabotage, le tenonnage, le profilage. Des montages permettent de les adapter aux divers usinages d'une même famille. Exemple : la toupie peut être utilisée pour le profilage et le calibrage.

On emploie les machines simples séparément dans les petits ateliers ou associées entre elles, dans des entreprises plus importantes ou réunies sur des machines complexes dans la grande industrie. Dans les deux derniers cas, elles sont équipées d'un système transfert automatique.

— *les machines automatiques spéciales*. Elles assurent avec une grande précision, dans un temps très court, une ou plusieurs opérations d'usinage, simultanément ou non.

Ce sont des *machines complexes*, de grande production, réservées aux fabrications industrielles des mobiliers, portes, croisées, etc.

— *les machines portatives*. Il en existe de nombreux types qui conviennent à la fois aux travaux de l'artisan et aux opérations de pose sur les chantiers. Ex. : l'affleureuse pour les plastiques stratifiés ou lignifiés.

L'ÉTUDE DES OUTILS TRANCHANTS ANIMÉS D'UN MOUVEMENT CIRCULAIRE

Cette étude est motivée par le fait que le mouvement circulaire est le plus fréquent pour les outils tranchants. Le plus souvent, ce mouvement circulaire est continu.

Les parties essentielles des outils sont les dents et spécialement leurs arêtes tranchantes. Les dents sont disposées sur des solides de révolution. Elles ne coupent le bois que sur une portion de leur déplacement puisque seules agissent les arêtes tranchantes et que des parties creuses sont prévues entre les dents pour l'évacuation des copeaux (fig. 1).

L'utilisation rationnelle des outils importe beaucoup pour l'amortissement du prix de la machine, l'obtention d'un prix de revient le plus bas possible, et la qualité de l'usinage.

Un outil réalise une opération déterminée grâce aux caractéristiques suivantes :

— *sa forme géométrique* — le nombre des dents — la nature du métal employé pour la fabrication du corps et du tranchant.

— *ses angles propres* (fig. 6).

— *les mouvements pièce et outil.*

Cinq facteurs sont à connaître pour l'outil proprement dit et son support :

1° La disposition des arêtes tranchantes de l'outil.

Elle peut être :

a) **périphérique** (fig. 2) pour effectuer une coupe tangentielle. Les dents en tournant engendrent un cylindre de coupe dont la génératrice se confond avec la génératrice du plan de la pièce à usiner qu'anime un mouvement de translation. La coupe est dite cylindrique.

Elle convient pour des usinages peu profonds. La surface travaillée présente une suite d'ondulations correspondant à la rotation de l'outil et au déplacement de la pièce.

b) **radiale et périphérique** pour effectuer une coupe profonde du bois avec un mouvement fauchant (fig. 3). Ex. : les dents des outils à plate-bande des toupies. Elles laissent dans le bois de faibles sillons qui sont des arcs de cycloïdes. La coupe est dite fauchante.

L'état de surface créé par ces outils est mauvais par suite de la dépouille très faible des dents, de leur vitesse de coupe variable et de leur effort de poussée latérale.

2° La forme des arêtes tranchantes.

Elle peut être :

a) **droite** (fig. 1). Dans ce cas, les arêtes tranchantes sont parallèles à l'axe de rotation et s'engagent dans le bois sur toute la largeur de coupe de l'outil. Ex. : les lames tranchantes des machines à corroyer.

Avantages et inconvénients des dentures droites.

Si leur affûtage est aisé et leur prix intéressant, le brusque arrêt de leur effort de coupe au moment où le copeau se détache est suivi d'un choc à la reprise de contact des dents avec le bois. Cela cause des vibrations et favorise la formation des éclats de bois.

b) **hélicoïdale** (fig. 4). Les arêtes sont alors obliques par rapport à l'axe de rotation et s'engagent progressivement dans le bois. Ex. : les dents des fraises de toupies.

Nota : On pense que les fraises tirent leur nom des collerettes en lingerie plus ou moins volumineuses, très en vogue au XVI[e] siècle.

Avantages et inconvénients des dentures en hélice.

Elles détachent des copeaux obliques; il s'ensuit l'atténuation du travail au choc des dents, du bruit des machines causé par le laminage de l'air dans de très fortes proportions, des brusques efforts de coupe, des vibrations, enfin, l'obtention d'un usinage soigné sans éclats; mais, le frottement des dents en hélice sur le bois est plus important que celui des dents droites, leur affûtage est malaisé et le réglage des dents amovibles délicat.

Nota : La disposition alternée des dents (fig. 5), dans un sens et dans l'autre, annule l'effort de coupe en direction oblique et favorise la coupe du bois sans que soient soulevées les fibres.

Remarques. Les dents des outils à plate-bande sont propres à effectuer à la fois une coupe cylindrique et fauchante.

3° Les caractéristiques des dents et leur espacement.

Ces caractéristiques des dents sont :

a) **leur forme géométrique** qui crée une arête tranchante propre à couper le bois en réduisant au maximum les surfaces de frottement.

La rotation des arêtes tranchantes décrit le cylindre de coupe de l'outil qui les enveloppe toutes. Ce cylindre a pour diamètre celui de l'outil.

— *leurs angles propres* (fig. 6).

Le bon rendement d'un outil est assuré lorsqu'on respecte ses angles caractéristiques. Il est bon d'en être averti pour ne pas détruire involontairement l'outil.

La méconnaissance des lois impératives de construction et d'affûtage des outils entraîne toujours un usinage mauvais, une capacité de coupe réduite et un rendement défectueux de la machine, une augmentation des prix de revient.

Dans ce domaine, les innovations sont toujours vouées à un échec, surtout lorsque les arêtes tranchantes sont en carbure de wolfram, encore appelé tungstène.

On distingue :

— ***l'angle d'attaque*** $\hat{a}$ qui dégage le copeau. Il conditionne la pénétration de l'arête tranchante dans le bois.

La valeur de cet angle doit être adaptée à la production de la machine, à la dureté et à l'abrasivité des bois ou des produits dérivés.

Elle influe sur la qualité de l'usinage des bois. Un angle d'attaque important permet de travailler plus vite et d'accélérer l'avance des bois à usiner.

Avec un angle d'attaque de valeur positive :

● *faible*, l'arête tranchante gratte le bois plutôt qu'elle ne le coupe. L'effort de coupe est grand et la consommation d'énergie accrue.

● *importante*, les efforts de coupe et les dépenses d'énergie sont réduits, la coupe du bois est aisée, mais le décollement des fibres du bois est accentué; on dit que l'usinage est écaillé.

Nota : On utilise parfois un angle d'attaque nul (fig. 7) ou négatif (fig. 8) pour réaliser des usinages particuliers.

— ***l'angle de dépouille diamétrale*** ou dorsale $\hat{b}$ grâce auquel le dos de la dent ne frotte pas sur la surface usinée du bois. Il est compris entre la tangente au dos de la dent et la dent elle-même. La valeur de cet angle est pratiquement constante quels que soient le diamètre de l'outil, la compressibilité de la matière usinée et la vitesse d'avance des pièces à travailler.

Avec un angle de dépouille :

● *trop faible*, la dent pénètre normalement dans le bois, mais le frottement important échauffe l'arête tranchante et réduit sa durée de coupe. De plus, l'usure de l'arête tranchante devient excessive sur le dos de la dent.

● *trop grand*, l'arête tranchante devient fragile. Cela est plus nuisible qu'une dépouille faible.

L'angle de dépouille est compris entre 7 et 20°.

Cet angle peut être constitué parfois par :

● *un angle de dépouille primaire* (fig. 9) qui permet de réduire la valeur de l'angle; on le mesure sur le liseré d'affûtage des dentures en carbure de wolfram.

● *un angle de dépouille secondaire* qui est donné par le dos de la dent.

L'angle de dépouille peut être limité par une surface :

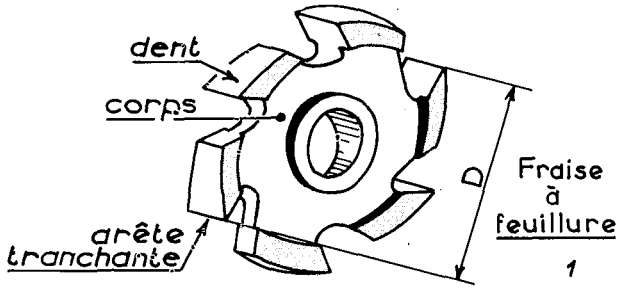
● *plane*, ex. : pour les fraises à profil constant (fig. 5).

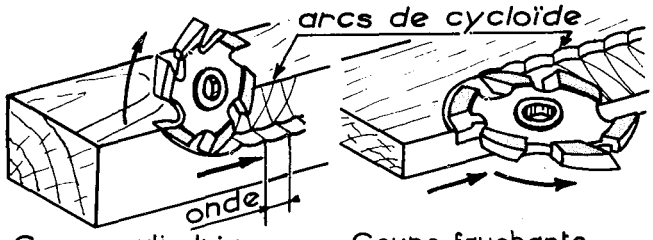
● *courbe*, ex. : pour les fraises à profil non constant (fig. 1).

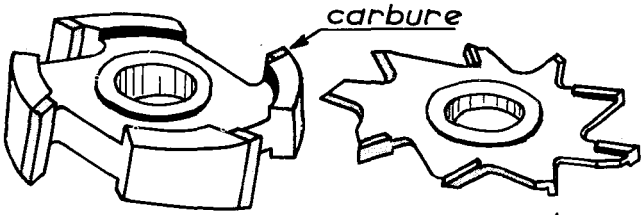
Remarques. Avec un mouvement :

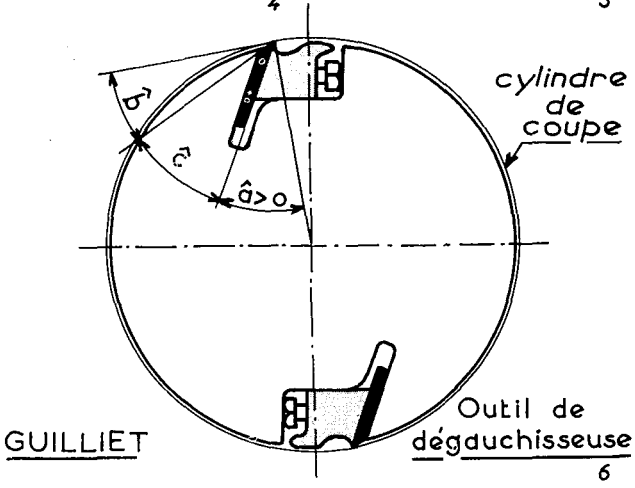
● *en opposition* (fig. 10) (avance du bois en sens contraire à celui de l'outil — cas du corroyage et du fraisage), l'angle de dépouille est plus grand au début de la course de l'arête tranchante qu'à la fin.

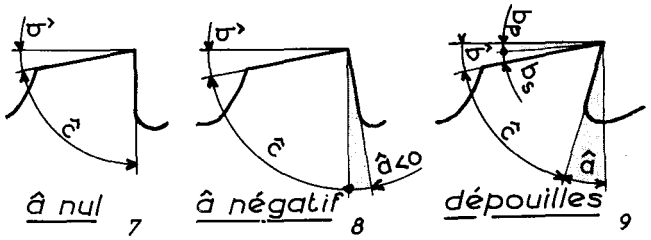
● *en avalant* (fig. 11) (avance du bois dans la même direction que celle de l'outil), c'est l'inverse du cas précédent en ce qui concerne l'angle de dépouille.

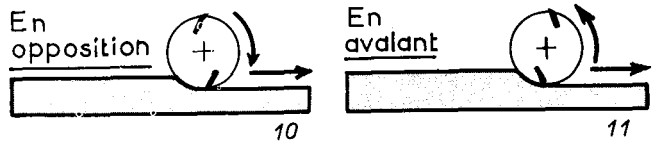












— *l'angle de plein bec,* dit de bec, $\hat{c}$ (fig. 12). Il est formé par la section de la partie pleine de la dent et constitue le tranchant de la dent qui entame le bois. Il assure la résistance de l'arête tranchante de l'outil. C'est pour cette raison qu'il doit être important, sans toutefois dépasser une valeur excessive qui favorise un frottement des dents et leur usure rapide, surtout lorsque les copeaux sont épais (analogie avec le coin de fendage).

La valeur de l'angle de plein bec est complémentaire de celle des angles $\hat{a}$ et $\hat{b}$ pour donner un angle de 90° compris entre la normale et la tangente du cylindre de coupe.

Nota : L'AFNOR a précisé l'appellation des angles des outils, mais celle-ci n'est pas devenue internationale; d'où des confusions parfois regrettables.

b) **le pas de l'outil.** C'est la longueur de l'arc comprise entre deux dents consécutives.

De la grandeur du pas de l'outil, dépend la qualité de l'usinage.

L'évacuation des copeaux est tributaire :

— *de la valeur de l'angle d'attaque.*

— *du pas et de la forme très arrondie du creux de la denture.*

— *du poli du front d'attaque des dents.*

4° La nature du matériau qui constitue le tranchant des dents.

Les outils se font avec des dents :

a) **en acier allié, ou fortement allié.**

b) **en stellite :** alliage sans fer.

c) **en carbure de wolfram.**

d) **en céramique :** oxyde d'alumine, selon la durée de coupe exigée, la précision de l'usinage et l'abrasivité des bois ou de leurs dérivés.

Il existe deux types d'outils à coupe cylindrique :

a) **les outils monobloc** avec des dents taillées dans la masse du solide de révolution.

Deux modes de fabrication :

— *dans l'un, l'outil est entièrement fait d'un acier ayant subi un traitement thermique* suivi d'une rectification qui seule assure une fabrication soignée (fig. 13).

— *dans l'autre, les dents sont soudées sur un corps en acier* n'ayant pas été déformé par un traitement thermique. Ex. : fraise à tenons de 250 à 320 mm de diamètre (fig. 12).

b) **les outils à dents amovibles** tenues en place par un système mécanique (fig. 14).

Cela permet d'utiliser des petites plaquettes faites de produits de qualité supérieure, en acier fortement allié, en carbure de wolfram ou encore en céramique.

5° La liaison dents et support d'outil.

C'est la partie non active de l'outil.

On lui demande d'assurer quatre fonctions :

— *avoir une solidité suffisante* pour résister aux efforts de coupe des dents,

— *servir de support aux dents,*

— *permettre la rotation de l'outil,*

— et jouer le rôle de volant régulateur de vitesse.

LES MOUVEMENTS DE COUPE ET DE LA PIÈCE A USINER

La formation d'un copeau résulte d'un double mouvement : celui de l'outil par l'intermédiaire du support d'outil et celui de la pièce à usiner.

1° Le mouvement du support d'outil est circulaire.

L'axe du support d'outil peut être :

a) **fixe en position,** ex. : la broche de la toupie d'où le mouvement de translation de la pièce.

b) **mobile,** ex. : la broche de la calibreuse du type radial, la pièce reste fixe en position.

2° Le mouvement de la pièce à usiner.

Les deux mouvements de l'outil et de la pièce peuvent :

a) **s'opposer :** la coupe en opposition est utilisée dans la plupart des machines à bois (fig. 15).

b) **avoir la même direction :** c'est la *coupe en avalant* (fig. 16). Elle est très rarement utilisée, sauf pour l'usinage à contrefil effectué avec certaines calibreuses ou des machines complexes à amenage automatique.

Avantages et inconvénients d'une coupe en avalant.

Elle procure un usinage très soigné, sans éclats, et un pas d'usinage avec de très faibles ondes secondaires; mais, lorsque la pièce est tenue avec les mains, l'opération d'usinage est dangereuse, ex. : le guillochage des toupilleurs.

Remède : On fixe solidement la pièce sur la table de la machine, ex. : les calibreuses du type toupie ou du type radial.

La coupe en avalant exige la formation de copeaux de faible épaisseur. Elle rend la captation des poussières et des copeaux difficile.

LA VITESSE ANGULAIRE DE L'OUTIL

C'est le nombre de tours à la minute qu'effectue l'outil.

Si N désigne le nombre de tours à la minute,
v la vitesse de coupe en mètre/seconde,
D le diamètre de l'outil en mètres, on a :

$$N = \frac{v60}{\pi D}.$$

LA VITESSE LINÉAIRE DE L'OUTIL

C'est le chemin parcouru en une seconde par l'arête tranchante :

$$v = \frac{\pi DN}{60}.$$

La vitesse de coupe d'un outil est liée :

— *à la nature et à la composition des arêtes tranchantes,*

— *au pas d'usinage* choisi en fonction de la qualité du travail recherché,

— *au type de l'outil* et de la machine utilisés.

VITESSES DE COUPE RECOMMANDÉES

⌀ en mm \ n en mm	1 500	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	8 000	9 000	10 000	12 000	16 000	20 000
5	0,4	0,5	0,8	1	1,3	1,6	2	2,3	2,6	3	4	5
10	0,8	1	1,6	2	2,6	3,2	4	4,6	5,2	6	8	10
15	1,2	1,5	2,4	3	4	4,8	6	7	8	10	13	14
20	1,6	2,1	3,1	4	5,2	6,2	8	9,4	10	13	17	19
25	2	2,6	3,9	5	6,5	7,8	10	12	13	16	21	24
30	2,4	3,1	4,7	6	8	9,4	12	14	16	19	25	**28**
35	2,8	3,6	5,5	7	9	11	14	16	18	22	**30**	**33**
40	3	4	6	8	10	12	16	18	20	24	**32**	**36**
45	3,5	5	7	10	12	14	20	22	24	**28**	**40**	**44**
50	4	5	8	11	14	16	22	24	**28**	**32**	**44**	**48**
60	5	6	10	13	16	20	26	**28**	**32**	**40**	**48**	**56**
70	5,5	7	11	15	18	22	**30**	**33**	**36**	**44**	**60**	**66**
80	6,5	8,5	13	17	21	26	**34**	**38**	**42**	**52**	**68**	**76**
90	7	9,5	14	19	24	**28**	**38**	**42**	**48**	**56**	**76**	**84**
100	8	10,5	16	21	26	**32**	**42**	**48**	**52**	**64**	**84**	**96**
120	9,5	13	19	26	**32**	**38**	**52**	**56**	**64**	**76**	**104**	**112**
125	10,	13,5	19,5	27	**33**	**39**	**54**	**59**	**66**	**78**	**108**	**118**
140	11	15	22	**30**	**36**	**44**	**60**	**66**	**72**	**88**	**120**	132
160	13	17	26	**34**	**42**	**52**	**68**	**76**	**84**	**104**	136	152
180	14	19	**28**	**38**	**48**	**56**	**76**	**85**	**96**	**112**	152	170
200	16	21	**32**	**42**	**52**	**64**	**84**	**94**	**104**	128	168	188
225	18	24	**36**	**48**	**60**	**72**	**96**	**106**	**120**	144	192	212
250	20	26	**40**	**52**	**66**	**80**	**104**	**118**	132	160	208	236
300	24	**31,5**	**48**	**63**	**80**	**96**	**126**	142	160	192	252	284
350	**28**	**36,5**	**56**	**73**	**94**	**112**	146	166	188	224	292	332
400	**32**	**42**	**64**	**84**	**108**	128	168	188	216	256	336	376
500	**40**	**53**	**80**	**106**	134	160	212	236	268	320	424	472

L'ASPECT DES BOIS APRÈS L'USINAGE MÉCANIQUE

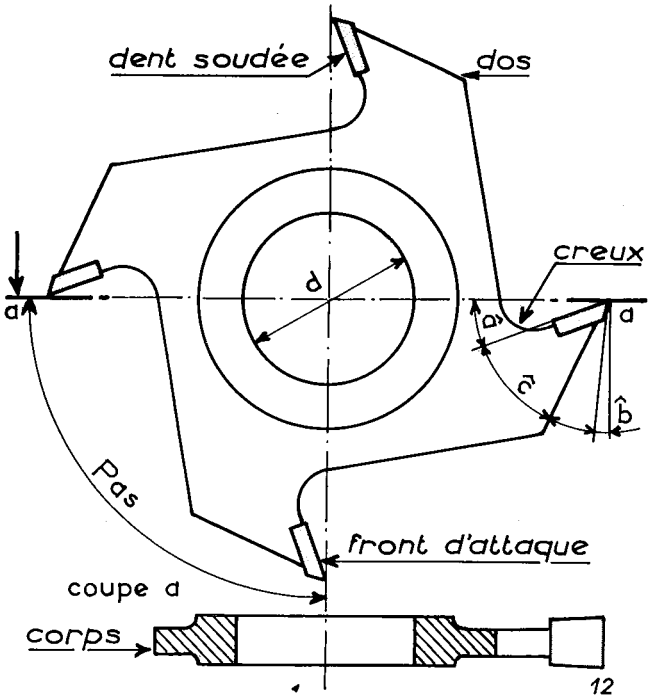
On peut considérer :

1° ***L'aspect géométrique*** de la surface travaillée (fig. 2 et 3). C'est l'état de surface qui résulte de deux mouvements :

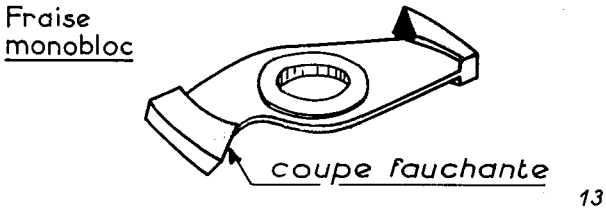
a) **celui de l'outil** qui dépend de sa vitesse de coupe et du nombre de ses arêtes tranchantes.

b) **celui de translation de la pièce** qui est fonction de la vitesse de déplacement de la pièce à usiner.

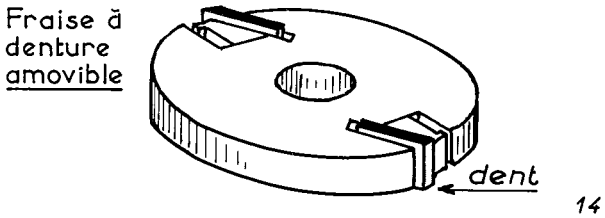
Les arêtes tranchantes de l'outil engendrent un cylindre de coupe dont la génératrice se confond avec la génératrice du plan. La combinaison des deux mouvements ne permet pas un usinage rigoureusement plat et uni. Ce fait est dû au passage intermittent des arêtes tranchantes sur le bois qui se déplace.



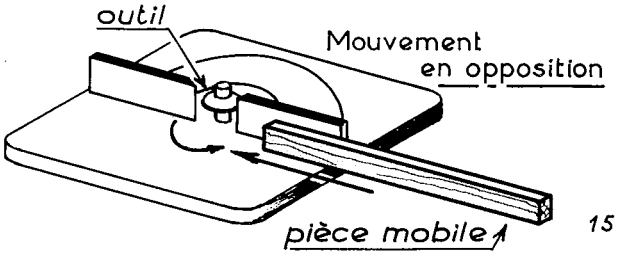
12



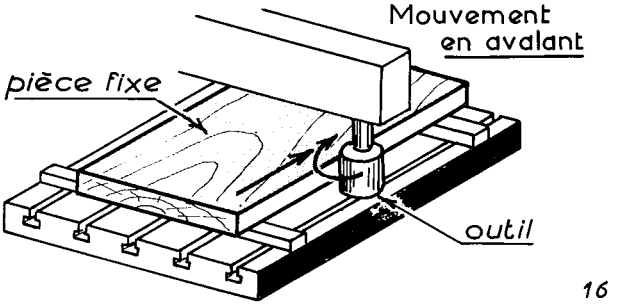
13



14



15



16

La surface usinée présente une suite d'ondulations créées par les mouvements simultanés des arêtes tranchantes de l'outil et de la pièce de bois qui avance.

La courbe des ondulations est une portion d'arcs de cycloïdes enchevêtrées (fig. 17). On peut, à la rigueur, l'assimiler à une circonférence ayant comme rayon celui de l'outil.

La distance entre deux ondulations successives est le *pas* d'usinage ou d'amenage des bois.

Il existe aussi des *ondes secondaires* qui apparaissent entre deux *ondulations principales* successives (fig. 18).

On constate qu'avec un usinage :

— ***en opposition,*** le pas d'usinage présente autant d'ondes secondaires que l'outil possède d'arêtes tranchantes.

Ces ondes ont aussi pour origine :

- *les imperfections d'affûtage des arêtes tranchantes,*
- *les vibrations* causées par le changement alterné des efforts de coupe,
- *l'ajustement défectueux des outils sur leur support,*
- *le mauvais équilibre dynamique de l'outil* (fig. 20).

Remarques : Avec une arête tranchante :

- *parallèle à l'axe de rotation,* les ondes sont perpendiculaires à la trajectoire de la pièce à usiner,
- *oblique à l'axe de rotation,* les ondes sont obliques par rapport à la trajectoire de la pièce à usiner.

— ***avalant,*** le pas d'usinage comporte également des ondes secondaires de très faible amplitude. Ceci vient de la direction constante de l'effort de coupe, d'où l'absence de vibrations.

2° L'aspect dû aux phénomènes dynamiques de coupe.

Il résulte de plusieurs facteurs : d'abord, l'angle d'attaque de l'outil, sa vitesse de coupe, l'épaisseur moyenne du copeau et l'état des arêtes tranchantes.

Ce sont tous ces facteurs qui déterminent la qualité de l'usinage : les fibres du bois arrachées ou comprimées, les éclats et l'écaillage des surfaces usinées (photo 19).

LE PAS D'USINAGE OU LE PAS D'AMENAGE DU BOIS

C'est la distance comprise entre deux ondulations successives.

Elle conditionne :

— *l'aspect de l'usinage,*

— *l'épaisseur moyenne des copeaux* d'où découle la qualité d'usinage à obtenir.

Si la distance est :

1° Trop importante, la surface usinée est fortement ondulée.

2° Trop faible, l'arête tranchante de l'outil gratte au lieu de couper le bois et s'émousse rapidement. L'usinage n'est pas soigné.

Le pas d'usinage revêt deux aspects différents selon le mode de travail.

Il est :

a) **uniforme,** lorsque toutes les dents d'un outil ont le même cylindre de coupe ou que le déplacement de la pièce à usiner est régulier. Cela se produit dans le cas d'un amenage mécanique (fig. 20).

b) **varié,** lorsqu'une dent est plus courte ou plus longue que les autres dents. Cela se produit lorsque le déplacement de la pièce est manuel (fig. 20).

On calcule le *pas des ondes principales* en appliquant la formule qui suit, dans laquelle :

A représente l'avance de la pièce à usiner en millimètre/minute,
N le nombre de tours à la minute,

$$O = \frac{A}{N}.$$

Remarque. On utilise également cette formule lorsque les dents de l'outil n'ont pas un diamètre constant.

On calcule le *pas des ondes secondaires* en appliquant la formule qui suit, dans laquelle :

Z représente le nombre des arêtes tranchantes.

$$o = \frac{A}{NZ}.$$

Nota : Cette notion d'ondes principales et d'ondes secondaires justifie la tendance que l'on a d'augmenter toujours la vitesse de rotation des outils pour améliorer la qualité des usinages en conservant le même pas d'amenage et la même épaisseur du copeau.

Remarques. Si l'on accélère :

— *le déplacement des pièces de bois à travailler,* le pas d'usinage augmente.

— *la rotation de l'outil,* le pas d'usinage diminue.

On tire de la formule précédemment indiquée :

- *la vitesse de déplacement des pièces de bois :*

$$A = oNZ$$

Remarques. La vitesse de déplacement des pièces de bois peut être accrue quand :

- *le nombre des dents de l'outil est augmenté,*
- *l'épaisseur des copeaux est importante.*
- **Le nombre des dents est donné par la formule :**

$$Z = \frac{A}{NO}.$$

L'ÉPAISSEUR MOYENNE DU COPEAU

L'action de l'arête tranchante sur le bois donne un copeau ayant la forme d'un triangle curviligne. On dit aussi qu'il ressemble à une virgule ou à une faucille (fig. 21).

Pour trouver l'épaisseur moyenne d'un copeau, on utilise *la formule de Schlesinger :*

$$em = \frac{A}{NZ}\sqrt{\frac{H}{D}}$$

dans laquelle

H est la profondeur de coupe de l'outil en millimètres,
D le diamètre du cylindre de coupe en mètres.

Cette formule permet de voir que l'épaisseur des copeaux est fonction du nombre des arêtes tranchantes, du nombre de tours de l'outil et de la vitesse de déplacement de la pièce.

Le degré de fini d'une surface usinée est fonction de l'épaisseur moyenne des copeaux.

Celle-ci, pour des *copeaux de moindre usure*, est comprise entre 0,1 et 0,3 mm. Dans 90 % des cas, les exigences pour la qualité des surfaces usinées empêchent d'utiliser ces valeurs (fig. 22).

Pratiquement, l'épaisseur moyenne pour un usinage :

— *grossier* est comprise entre 0,16 et 0,4 mm.

— *soigné* est comprise entre 0,04 et 0,16 mm.

— *très soigné* est comprise entre 0,02 et 0,04 mm.

Nota : On désaffûte très rapidement les outils lorsque l'épaisseur des copeaux est inférieure à 0,06 mm.

Cette différence sensible entre le calcul théorique et la pratique s'explique par les nécessités du ponçage. En effet, l'épaisseur d'un copeau de moindre usure qui influe sur la durée de coupe des arêtes tranchantes est secondaire à côté de l'aspect de l'usinage.

Nota : Si les copeaux sont très épais, les éclats sont à redouter, car l'action de l'arête tranchante soulève les fibres du bois avant de les trancher.

La surface du copeau est égale au produit du pas de l'amenage et de la hauteur de coupe de l'outil. Cela permet de déterminer le volume d'un copeau enlevé par l'arête tranchante.

Avec la formule de Schlesinger, on peut trouver *le nombre des dents d'un outil :*

$$Z = \frac{A}{e_m N}\sqrt{\frac{H}{D}}.$$

Remarque. Pour des copeaux de même épaisseur moyenne, le pas d'usinage augmente avec le diamètre de l'outil.

LA PROFONDEUR DES ONDES PRINCIPALES

Nous avons vu que dans les cas des mouvements de coupe en opposition et en avalant, la surface travaillée offre une suite d'ondulations créées par le mouvement simultané des arêtes tranchantes de l'outil et l'avance continue de la pièce à usiner.

Pour trouver la hauteur (h) des ondes principales, on doit connaître :

O, le pas de ces ondes,

r, le rayon du cylindre de coupe,

Z, le nombre d'arêtes tranchantes.

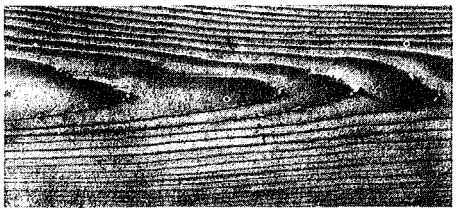
et l'on applique la formule :

$$h = \frac{O^2}{8\left(r \pm \frac{OZ}{\pi}\right)}.$$

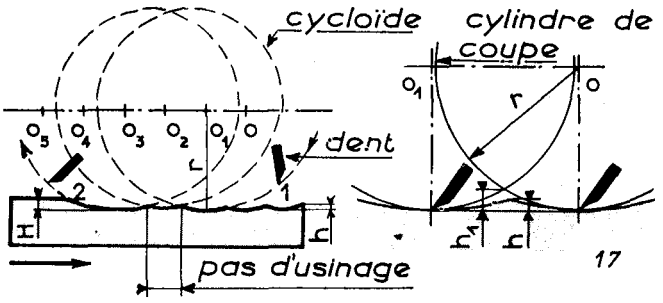
On utilise le signe :

— *plus* avec un mouvement en opposition.

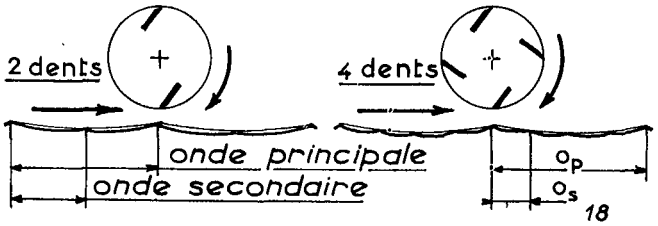
— *moins* avec un mouvement en avalant.



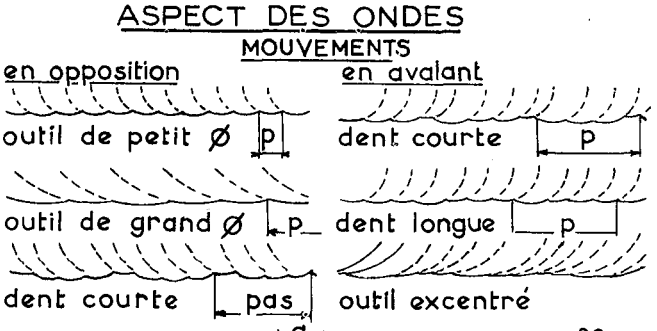
19



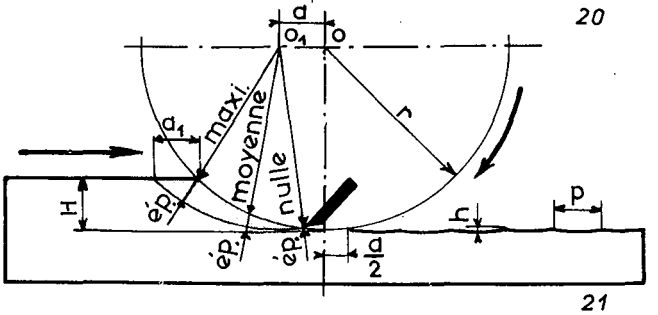
17



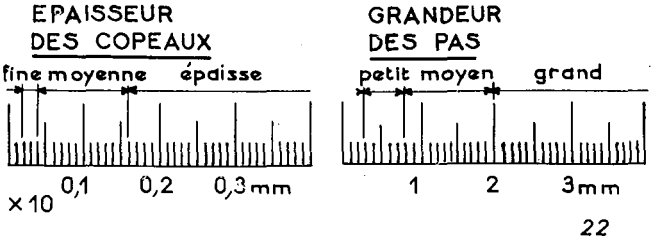
18



20



21



22

Remarque. Lorsque les dents se trouvent à une extrémité de l'outil, elles laissent des traits sur la surface usinée, soit un arc de cycloïde. L'intervalle entre deux traits successifs correspond généralement au déplacement de la pièce et au nombre de dents par tour d'outil. Si les dents frottent à vide, cela contribue à leur usure et à la présence de traits croisés, ex. : le tenonnage.

Si le support d'outil n'est pas perpendiculaire au support de pièce, la surface obtenue est légèrement creuse et les traces laissées par l'outil ne sont pas croisées.

Nota : En réalité, la profondeur des ondes est plus importante que celle donnée par le calcul qui serait de l'ordre du micron. Cela exige une tolérance très étroite du réglage ou de l'affûtage des dents de l'outil.

L'EFFORT DE COUPE D'UNE DENT

Cas du mouvement en opposition.

L'effort de coupe (EC) est la résultante de deux forces (fig. 25) :

— *l'une de pénétration* (F_p), de direction radiale (fig. 23).

— *l'autre de coupe* (F_c), de direction tangentielle (fig. 24).

Ces deux forces ne sont pas constantes pendant toute la durée de coupe de l'arête tranchante.

Comment ces forces agissent-elles sur le bois?

1° ***La force de pénétration de l'outil,*** d'abord nulle, augmente progressivement avec l'épaisseur du copeau.

En effet, pendant un temps très court, l'outil refuse la coupe; il gratte le bois et le comprime; puis, lorsque l'épaisseur du copeau devient suffisante (on dit un copeau d'épaisseur minimum), l'arête tranchante pénètre dans le bois pour détacher le copeau.

L'épaisseur minimum d'un copeau n'est pas toujours constante.

Elle dépend de :

a) **la compressibilité des bois** qui est influencée par la dureté et le degré d'humidité de l'essence,

b) **la vitesse de coupe de l'outil,**

c) **l'état d'usure de l'arête tranchante.**

2° ***La force de coupe de l'outil.***

Nulle au début de l'action de l'outil, elle croît constamment, plus vite que la force de pénétration parce que l'épaisseur du copeau augmente jusqu'à la sortie de l'arête tranchante du bois.

Tout au cours du mouvement de révolution des arêtes tranchantes, les forces de pénétration et de coupe augmentent. Il en résulte que l'effort de coupe s'accentue et change de direction durant la coupe du bois.

Remarque. Si l'on traduit les efforts de coupe par un graphique, on obtient une courbe qui dépasse l'horizontale tracée. L'angle formé par cette droite et le dernier vecteur qui représente l'effort de coupe maximum est dit *angle de levage* (fig. 26).

Alternance des efforts de coupe. Lorsqu'une arête tranchante coupe, puis quitte le bois pour être remplacée par une autre arête, les efforts de coupe prennent une allure périodique qui passe d'un maximum à un minimum. Cette période entre le travail de deux arêtes tranchantes consécutives correspond à la durée de rotation du pas de l'outil.

Ex. : Pour un outil à quatre dents tournant à 6 000 tr/mn, la durée de rotation du pas de l'outil est :

$$\frac{6\,000 \times 4}{60} = 400 \quad \text{soit} \quad \frac{1}{400} \text{ de seconde.}$$

Ces alternances expliquent dans une certaine mesure les vibrations de l'outil.

Nota : Il est difficile de déterminer avec une grande précision la valeur des forces d'un mouvement. Il est particulièrement malaisé de faire une étude scientifique des phénomènes de coupe avec un matériau opaque comme le bois.

Remarques. L'effort de coupe atteint le maximum de constance avec une arête tranchante :

— *hélicoïdale,*

— *droite, perpendiculaire à l'axe de rotation.*

L'effort de coupe est également influencé par :

— *la dureté et le degré d'humidité des bois,*

— *la trajectoire de l'arête tranchante* en bois de fil ou en bois de travers,

— *l'épaisseur du copeau,*

— *la valeur de l'angle d'attaque* et de bec de l'outil,

— *l'état d'usure des arêtes tranchantes.*

Nota : L'effort de coupe détermine la consommation d'énergie par la machine lors de l'usinage

● ***Cas du mouvement en avalant.***

L'arête tranchante entame la coupe du copeau par son extrémité la plus épaisse (fig. 27).

Il en résulte :

a) **un effort de coupe sans angle de levage,** donc pas d'éclats à redouter.

b) **l'absence de vibrations.**

c) **l'absence d'usure prématurée des arêtes tranchantes.**

d) **une réduction de la consommation d'énergie;**

mais, les avantages cités sont peu sensibles dans un travail de finition, car l'effort de coupe assez important influe sur la broche de la machine et exige l'emploi d'outils résistants.

L'ANGLE DE LEVAGE DES FIBRES DU BOIS

Il provoque le décollement des fibres du bois, l'on dit couramment la formation des éclats ou l'écaillage du bois.

Cela se produit lorsque la direction de l'effort de coupe forme un certain angle, dit de levage, avec la face à usiner des pièces de bois.

L'angle de levage est influencé par :

— *le diamètre du cylindre de coupe :* un outil de grand diamètre n'est pas favorable à la formation des éclats.

— *la hauteur de coupe de l'outil :* on dit la profondeur de passe. Les éclats sont plus à redouter avec une passe importante qu'avec une passe faible (fig. 28-29).

— *l'orientation des fibres du bois.*

Remarques. Lorsqu'un outil attaque :

a) **une petite portion de la pièce** et que la profondeur de coupe est :

— *faible*, il n'y a pas d'éclats.

— *importante au contraire*, des éclats se forment, ex. : rainurage à la toupie.

b) **toute l'épaisseur de la pièce,** comme dans le sciage avec une fraise scie en opérant avec :

● *une flèche faible*, l'éclat se produit à l'entrée de l'outil (fig. 30).

● *une flèche importante*, l'éclat se forme à la sortie de l'outil (fig. 31).

Conclusion. Selon l'usinage à réaliser, il faut opérer avec des petites passes ou avec un outil de flèche moyenne.

Une arête tranchante usée comprime les fibres du bois et rend difficile les opérations de ponçage.

Il est plus aisé de poncer des ondulations larges et lisses, que des petites ondes rugueuses.

L'USURE DES ARÊTES TRANCHANTES

Elle est produite par le frottement des arêtes tranchantes qui existe tant que l'épaisseur du copeau n'est pas suffisante pour qu'il soit coupé.

De plus, le frottement crée un courant électrique statique qui accélère cette usure.

Des études à ce sujet sont en cours dans le domaine de l'usinage des métaux et celui des matériaux fibreux.

L'ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR L'OUTIL

On trouve aisément l'énergie totale consommée par un outil au travail, traduite en kilogramme/seconde, en calculant le volume des copeaux à enlever pour un usinage.

Pour cela, il faut connaitre *le travail unitaire* en kilogrammètres nécessaire pour transformer un centimètre cube de bois en copeaux.

En multipliant *le travail unitaire* par *le volume* des copeaux à enlever en une seconde, on trouve *l'énergie totale* dépensée par un outil en kilogrammètre/seconde.

Divers facteurs sont à considérer :

1° ***L'effort tangentiel de coupe,*** influencé par :

a) **les caractéristiques mécaniques du bois,** particulièrement la densité,

b) **le degré d'humidité du bois,**

c) **l'orientation de l'arête tranchante** qui peut être :

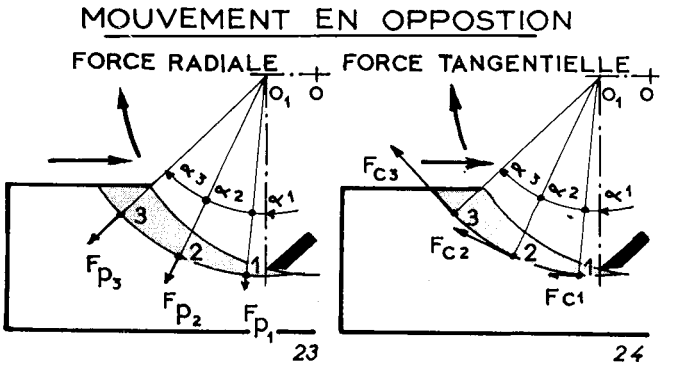
● perpendiculaire aux fibres du bois;

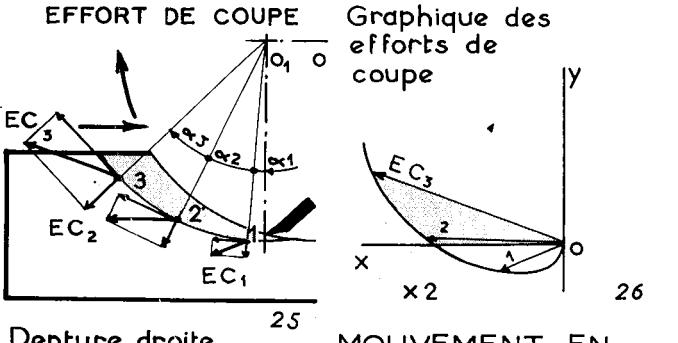
● ou parallèle aux fibres du bois (voir les trajectoires des arêtes tranchantes, page 15).

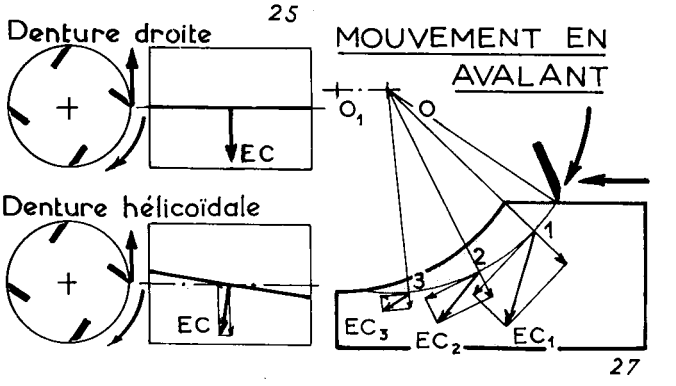
d) **l'angle formé par la trajectoire de l'outil et les fibres du bois,** qui va de 0 à 90°,

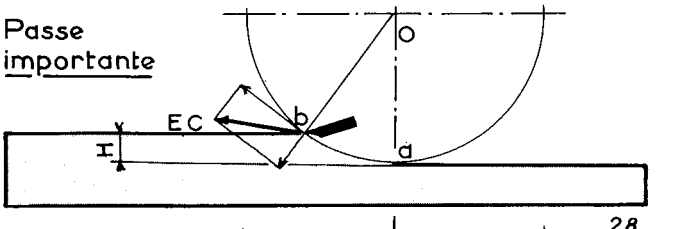
e) **l'épaisseur du copeau tranché.**

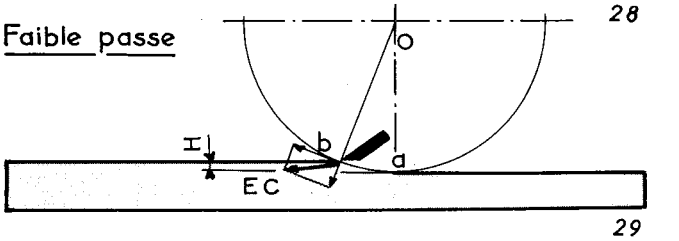
Remarque : La vitesse de coupe de l'outil est sans influence sur l'effort de coupe de l'outil.

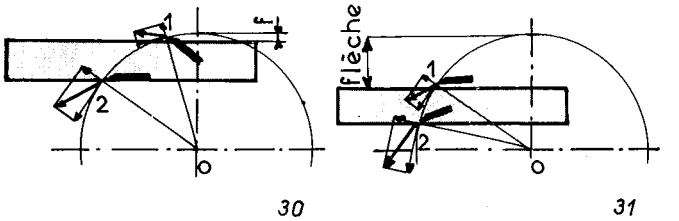












Voici quelques valeurs de l'effort tangentiel de coupe en kg pour diverses épaisseurs de copeaux, en fonction :

— *d'une largeur de tranchant de 1 centimètre,*
— *d'un degré d'humidité du bois allant de 12 à 14 %,*
— *d'une usure de l'arête tranchante de 50 %.*

Tableau I. — **Effort tangentiel pour bois de densité ⩽ 0,70**

ÉPAISSEUR DES COPEAUX en mm	DISPOSITION DES ARÊTES TRANCHANTES — Angles compris entre la trajectoire de l'outil et les fibres du bois							
	Perpendiculaire aux fibres				Parallèle aux fibres			
	0°	30°	60°	90°	0°	30°	60°	90°
0,05	3	4,5	6	7	1,5	4	5	6
0,10	3,5	6	8	9,5	2	5,5	7,2	8
0,20	4	8	12	14	2,5	6	9	12
0,30	4,5	9	14	17	3	7	10	15
0,40	5	10	16	21	3,5	8	12	18
Types de travaux	A	B	C	D	E	F	G	H

Par exemple :

A = dégauchissage, rabotage de faible passe, défonçage en travers fil, mortisage avec un bédane classique.
B = dégauchissage et rabotage de forte passe, sciage périphérique avec la scie circulaire.
C = sciage circulaire courant, toupillage de fil.
D = toupillage en bout, sciage en bois de fil au ruban, défonçage de fil, mortisage en bois de fil à la mèche.
E = déroulage, tranchage.
F = tenonnage par rabotage.
G = sciage de tronçonnage à la scie circulaire.
H = sciage de tronçonnage à la scie à ruban.

Tableau II. — **Effort tangentiel pour bois de densité ⩾ 0,80**

ÉPAISSEUR DES COPEAUX en mm	DISPOSITION DES ARÊTES TRANCHANTES — Angles compris entre la trajectoire de l'outil et les fibres du bois							
	Perpendiculaire aux fibres				Parallèle aux fibres			
	0°	30°	60°	90°	0°	30°	60°	90°
0,05	3,5	6	7	8	1,7	5	6	7
0,10	4	7	9	11	2,4	6,5	7,5	10
0,20	4,6	9	14	16	2,9	7	11	14
0,30	5	11	16	19	3,5	8	12	16
0,40	5,7	14	19	24	4	9	14	20
Types de travaux	A	B	C	D	E	F	G	H

Ces valeurs sont influencées par :

- la densité des bois,
- l'humidité des bois,
- l'angle d'attaque de l'outil,
- l'angle de dépouille de l'arête tranchante,
- le degré de désaffûtage des arêtes tranchantes.

Les graphiques de 1 à 5, page 15, montrent l'incidence de ces facteurs sur l'effort tangentiel.

Sachant qu'il faudrait 100 copeaux de 0,1 mm d'épaisseur, 200 de 0,05, 50 de 0,2, 33 de 0,3, 25 de 0,4 pour obtenir 1 cm³ de matériau bois, il a été facile de déterminer le travail unitaire (par cm³) pour transformer 1 cm³ de bois en copeaux,

Partant des valeurs d'effort tangentiel mentionnées dans les tableaux I et II, on a pu déterminer le travail unitaire (tableaux III et IV).

Tableau III. — **Travail unitaire de base en kilogrammètres pour bois de densité ⩽ 0,70, H = 12 %**

ÉPAISSEUR DES COPEAUX en mm	DISPOSITION DES ARÊTES TRANCHANTES — Angles compris entre la trajectoire de l'outil et les fibres du bois							
	Perpendiculaire aux fibres				Parallèle aux fibres			
	0°	30°	60°	90°	0°	30°	60°	90°
0,05	6	9	12	15	4	8	10	12
0,10	3,5	6	8	9,5	2	5,5	7,2	8
0,20	2	4	6	7	1,5	3	4,5	6
0,30	1,8	3	4,5	6	1	2,3	3,3	5
0,40	1	2,5	4	5,5	0,8	2	3	4,5
Types de travaux	A	B	C	D	E	F	G	H

Tableau IV. — **Travail unitaire de base en kilogrammètres pour bois de densité ⩾ 0,8, H = 12 %**

ÉPAISSEUR DES COPEAUX en mm	DISPOSITION DES ARÊTES TRANCHANTES — Angles compris entre la trajectoire de l'outil et les fibres du bois							
	Perpendiculaire aux fibres				Parallèle aux fibres			
	0°	30°	60°	90°	0°	30°	60°	90°
0,05	7	12	14	16	3,4	10	12	14
0,10	4	7	9	11	2,4	6,5	7,5	10
0 20	2 3	4 5	7	8	1,5	3,5	5,5	7
0,30	1,7	1,7	5,3	6,5	1,2	2,7	4	5,3
0,40	1,4	3,5	4,8	5,8	1	2,2	3,5	5
Types de travaux	A	B	C	D	E	F	G	H

Exemple : Quelle est l'énergie nécessaire pour raboter une planche de 200 mm de largeur, à la vitesse de 10 mètres/minute, avec une profondeur de passe de 2 millimètres, en enlevant des copeaux de 0,1 millimètre d'épaisseur dans un bois de densité supérieure à 0,8, d'un degré d'humidité H = 12 %? L'arête tranchante est usée à 50 %.

Le tableau IV donne le travail unitaire de base, soit 4 kgm.

Le volume du bois transformé en copeaux par seconde est de : $\frac{1\,000 \times 20 \times 0{,}2}{60} = 60$ cm³/seconde.

Le travail total est donc de :

$4 \times 60 = 264$ kgm/seconde soit $\frac{264}{75} = 3{,}7$ CV.

Nota : 75 kgm = 1 CV = 0,736 W.

Formule pratique.

Si l désigne la largeur du tranchant de coupe en centimètres,
h la profondeur de passe en centimètres,
A la vitesse d'avance du bois en centimètres par minute,
K le travail unitaire de base des tableaux I et II, on a :

$$P \text{ en CV} = \frac{l \times h \times A \times K}{75 \times 60}.$$

Aux valeurs trouvées, on ajoute généralement pour compenser :

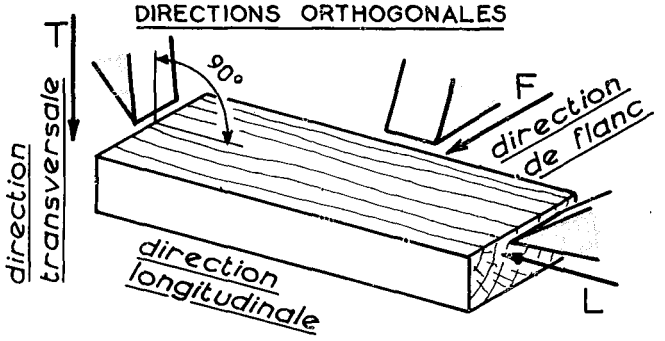
— les pertes mécaniques et le rendement du moteur, une énergie motrice de 1 CV,

— le frottement des dents entièrement engagées dans la matière, 25 % de l'énergie calculée (cas d'une dent de scie).

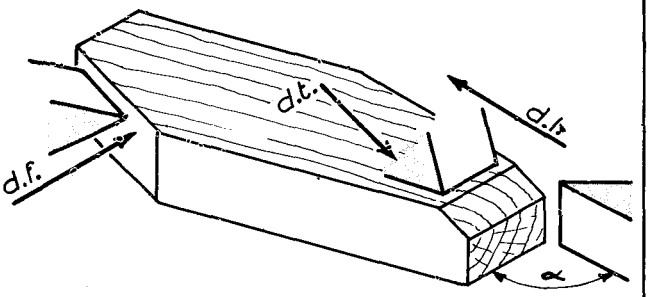
Nota : Les travaux du savant finlandais E. KIVIMAA ont été largement utilisés pour cette étude.

TRAJECTOIRES DES ARÊTES TRANCHANTES

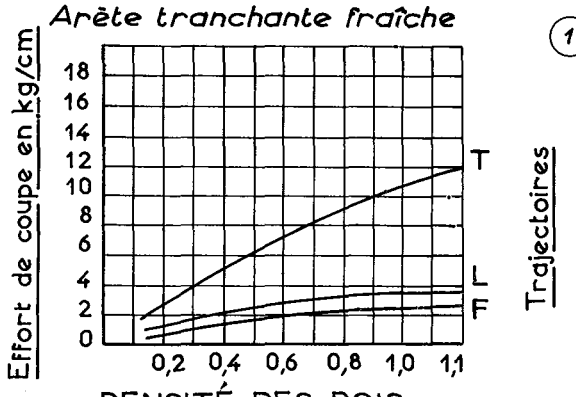
DIRECTIONS ORTHOGONALES



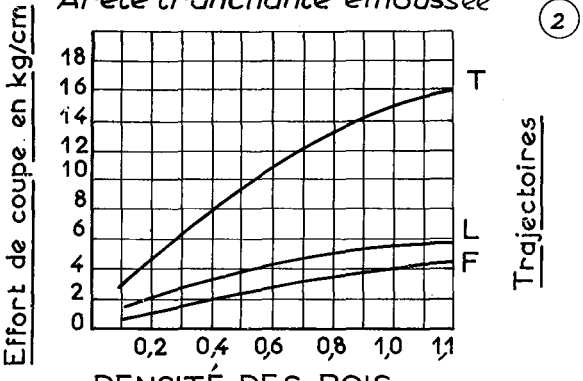
DIRECTIONS INTÉRMEDIAIRES



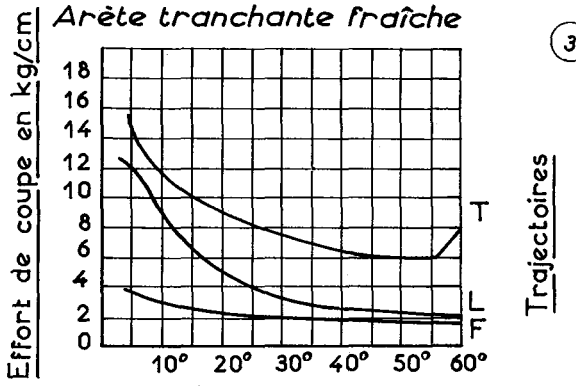
Arête tranchante fraîche ①



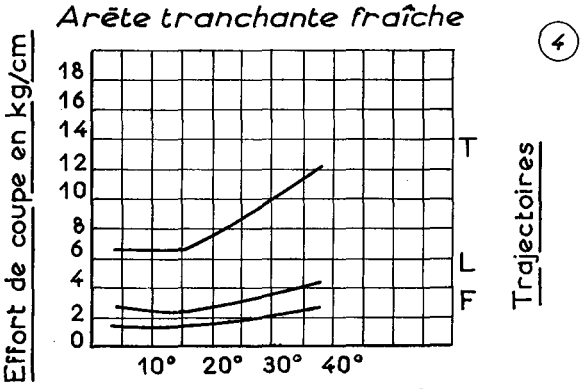
Arête tranchante émoussée ②



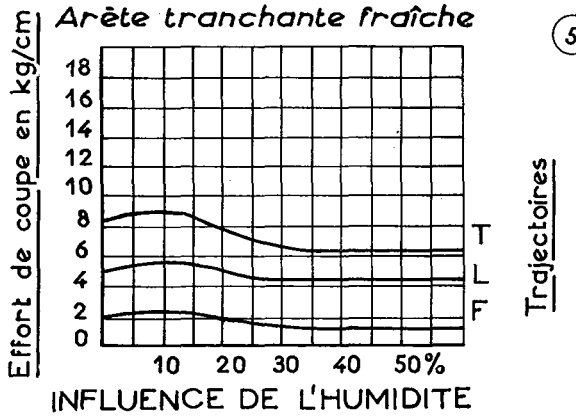
Arête tranchante fraîche ③



Arête tranchante fraîche ④



Arête tranchante fraîche ⑤



Facteurs constants	Graphiques				
	1	2	3	4	5
Densité du bois			0,61	0,61	0,70
Humidité du bois	11%	11%	11%	11%	
Angle d'attaque	35°	35°	35°	35°	35°
Angle de dépouille	10°	10°	10°	10°	10°
Epaisseur du copeau	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

LE CORROYAGE

L'opération consiste à dresser les pièces de bois dans le sens des fibres avec des lames tranchantes appelées *fers*, disposées sur la périphérie d'un arbre support d'outil nommé *porte-outil*. Il est animé d'un mouvement circulaire rapide. L'axe du porte-outil est fixe en position et horizontal.

Le corroyage englobe les opérations du dégauchissage et du rabotage.

L'OUTIL DE COUPE

*1° **Ses angles caractéristiques*** (fig. 32).

a) **l'angle d'attaque** $\hat{a}$. Cet angle, d'importance capitale pour la coupe du bois, lié à la structure du porte-outil, a été fixé une fois pour toutes par le constructeur.

Il joue un rôle essentiel pour le rendement de la machine.

On constate qu'avec un angle d'attaque positif :

— *trop faible* (inférieur à 35°), le corroyage est satisfaisant, mais la consommation d'énergie est trop élevée par suite du grand effort de coupe.

— *trop grand* (supérieur à 45°), le corroyage se fait avec une dépense d'énergie acceptable, mais en éclatant le bois.

On obtient un bon corroyage lorsque la valeur de l'angle d'attaque convient à l'essence à dresser.

Il est de 35° environ.

Il peut être diminué ou devenir nul avec un contre-biseau de 1 à 2 mm.

Pour un travail industriel, on adopte un angle d'attaque qui convient au bois à usiner, selon le tableau suivant qui donne aussi la valeur des angles de plein bec et de dépouille.

Désignation	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\hat{c}$
Bois dur	30°	15°	45°
Bois mi-dur	35°	15°	40°
Bois tendre	40°	15°	35°

Nota : Ces chiffres valent pour un cylindre de coupe ayant un diamètre de 120 mm.

On augmente l'angle d'attaque lorsque le diamètre du cylindre de coupe croît.

b) **l'angle de plein bec** $\hat{c}$. Il conditionne la durée de coupe de l'arête tranchante.

c) **l'angle de dépouille** $\hat{b}$. Sa valeur doit être comprise entre 12 et 15°.

Nota : Une arête tranchante émoussée talonne et le bois se trouve raclé et comprimé.

*2° **Le diamètre du cylindre de coupe de l'outil.*** Il est compris entre 100 et 120 mm selon la capacité et le type de la machine.

*3° **Le nombre des lames tranchantes du porte-outil.*** Il est de 2, 3, 4 et plus.

*4° **La vitesse angulaire du porte-outil*** est exprimée en nombre de tours par minute.

*5° **La vitesse d'amenage des pièces de bois*** en mètres par minute.

LE PORTE-OUTIL

L'arbre porte-outil est en acier allié (chrome-nickel) ayant subi un traitement thermique avant d'être usiné.

Le porte-outil joue le rôle d'un volant régulateur de vitesse.

Le nombre des lames tranchantes disposées sur la périphérie du porte-outil varie avec la vitesse angulaire, la vitesse d'amenage du bois et la qualité du corroyage que l'on souhaite obtenir. A l'origine, on utilisait deux lames, puis ce fut trois, quatre et parfois six.

La conception du porte-outil doit convenir à :

— *la valeur de l'angle d'attaque*,

— *son équilibre statique et dynamique*,

— *la sécurité de l'ouvrier* en permettant un blocage satisfaisant et une saillie minime des arêtes tranchantes,

— *l'évacuation des copeaux*.

Le serrage des lames tranchantes sur le porte-outil est réalisé de différentes façons. Il peut être :

*1° **Externe, dit à pince.*** Les lames doivent s'adapter parfaitement sur le porte-outil et être serrées énergiquement, car elles ont tendance à être arrachées par la force centrifuge.

L'épaisseur des lames et le mode de serrage varient avec la forme du porte-outil qui peut être :

a) **prismatique,** *dite carrée* (fig. 32). Le porte-outil reçoit, dans ce cas, des lames épaisses de 8 à 12 mm. Ces lames présentent des encoches ou des boutonnières qui permettent de les visser sur le porte-outil. Celui-ci, très simple, joue le rôle de ventilateur, ce qui facilite l'évacuation des copeaux. Mais, le porte-outil carré n'est plus utilisé, d'une part, en raison du danger qu'un tel dispositif présente et d'autre part, à cause du bruit qu'il produit.

b) **cylindrique**, *dit rond* (fig. 33). Le porte-outil reçoit, dans ce cas, des lames minces de 2,5 à 3 mm d'épaisseur. Les lames sont serrées sur le porte-outil par des flasques en demi-lune où les têtes des vis de serrage sont noyées.

Pour avoir un bon serrage, l'épaisseur du talon des flasques doit être légèrement supérieure à celle des lames.

Le porte-outil rond offre plus de sécurité pour l'utilisateur que le porte-outil carré.

Nota : Le porte-outil à serrage externe n'est pas rationnel.

2° ***Interne, dit à coins.*** Le porte-outil à serrage interne est rond et reçoit des fers minces fixés par une barre de blocage logée dans une rainure de forme trapézoïdale. La force centrifuge accentue le coincement de la lame, ce qui accroît la sécurité aux grandes vitesses angulaires.

Les avantages d'un serrage interne sont :

— *la possibilité d'avoir un angle d'attaque convenable,*

— *un équilibre statique et dynamique assuré pour le porte-outil,*

— *un blocage énergique des lames tranchantes.*

Les inconvénients sont :

— *le bruit de sirène* provoqué par le jeu des barres de blocage dans les rainures.

Nota : Le bruit d'un porte-outil est aussi causé par le voisinage :

— des tables de la dégauchisseuse,

— des presseurs de la raboteuse.

— *l'évacuation difficile des copeaux.* Un système d'aspiration devient indispensable.

Le blocage de la cale conique ou coin peut être assuré par :

a) **des vis.** Elles agissent dans la rainure sur la face opposée à celle où s'appuie le fer (fig. 34 et 35).

b) **un système de vérin hydraulique.** C'est un dispositif excellent qui supprime tous les inconvénients des vis, des clefs, etc. Un tube souple, rempli d'huile, assure une pression longitudinale sur les coins de serrage des fers. La pression est fournie par une pompe à main munie d'un manomètre. On obtient ainsi, d'un seul coup, un serrage très bon de toutes les lames tenues en place par des régleurs.

Pour enlever les fers, on débloque une valve qui supprime la pression dans le circuit de distribution du fluide.

3° ***Effectué par des cylindres comportant un plat conique*** (fig. 36). Ce plat bloque le fer sous l'action d'une vis qui déplace le cylindre vers la sortie de son logement. On reproche à ce mode de serrage, très simple, de maintenir la lame en des points seulement et non sur toute sa longueur.

Nota : Les porte-outils peuvent présenter un méplat du côté du biseau des lames pour que soit facilité leur affûtage.

LE RÔLE DU CONTRE-FER

On ne peut comparer le rôle du contre-fer dans un corroyage mécanique et manuel, la trajectoire des arêtes tranchantes étant différente.

C'est la valeur de l'angle d'attaque et la profondeur de passe qui décident de la coupe du bois avec ou sans éclats. Dans le dernier cas, on obtient une surface dite *glacée.*

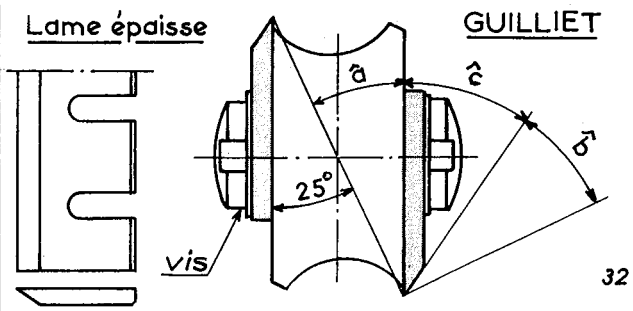
Le rôle du contre-fer est complémentaire de celui de l'angle d'attaque.

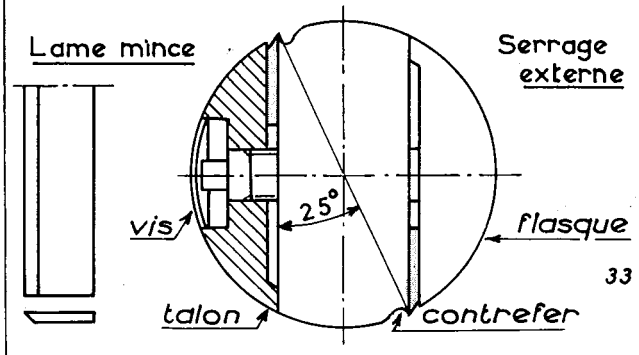
Un contre-fer trop proche de l'arête tranchante — il est dit fin — a l'inconvénient :

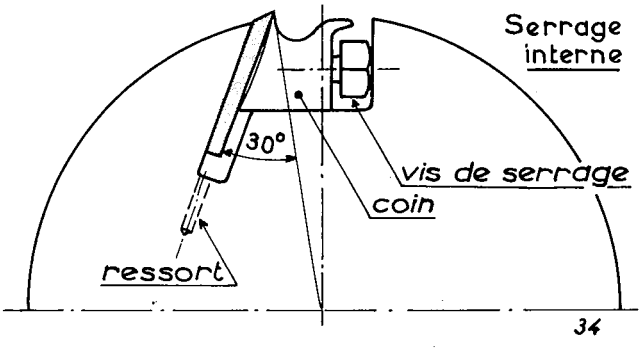
— *de s'user prématurément,*

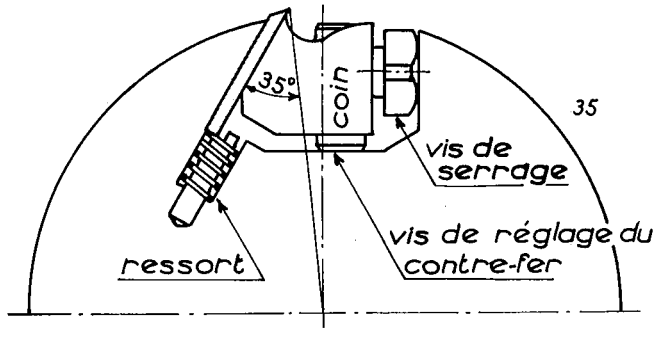
— *de favoriser le bourrage des lames tranchantes,*

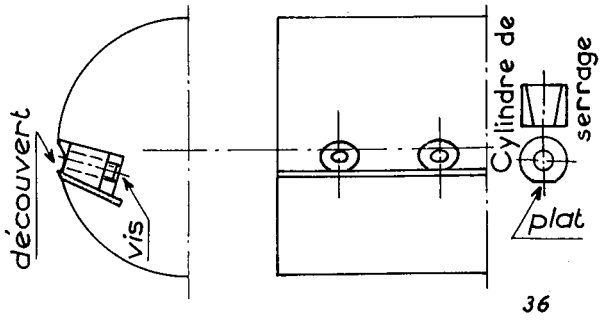
— *de freiner l'amenage des bois.*











Les contre-fers peuvent :

a) **faire corps avec l'arbre porte-outil à pince,**

b) **ou être rapportés lorsque le serrage est interne.**

Ils sont parfois réglables (fig. 35).

On donne un découvert de 1 mm aux lames tranchantes.

Nota : Le contre-fer devient inutile lorsque les fers présentent un contre-biseau.

Il faut savoir que le rôle du contre-fer varie avec :

— *la précision* plus ou moins grande des arêtes tranchantes sur le diamètre du cylindre de coupe,

— *l'épaisseur des copeaux.*

LES LAMES TRANCHANTES

Leurs dimensions sont normalisées. Elles sont faites en un acier fortement allié (wolfram-chrome ou chrome molybdène) pour résister aux produits abrasifs.

Le stellite et le carbure sont peu utilisés pour des raisons diverses.

LE RÉGLAGE DES FERS SUR LE PORTE-OUTIL

La précision du corroyage et la durée de coupe des arêtes tranchantes sont liées à la position très exacte de ces arêtes sur la génératrice du cylindre de coupe.

Le réglage doit être d'autant plus rigoureux que le nombre des fers est plus important.

Sa précision est de l'ordre de :

— 1/10 *de millimètre pour un travail grossier,* lorsque la machine ne possède pas de système de rectification,

— 1/20 *de millimètre pour un travail soigné.*

Principe du réglage des fers.

On utilise comme surface de référence, pour adapter les arêtes tranchantes des fers avec le diamètre du cylindre de coupe :

● *la surface cylindrique du porte-outil.* On y pose ou on y visse une cale rectifiée en forme de V qui sert d'appareil de réglage (fig. 37-38).

● *les axes du porte-outil.* Des supports rectifiés et agencés avec une entretoise reçoivent les appareils de réglage (fig. 39-30).

● *ou le bâti de la machine.* Le réglage n'est plus tributaire de l'arrondi plus ou moins parfait du porte-outil; sa précision s'en trouve améliorée, ex. : la dégauchisseuse (fig. 41-42).

Nota : La conception de l'appareil de réglage varie d'un constructeur de machines à l'autre.

L'arête tranchante de la lame reste en contact avec l'appareil de réglage grâce à un ressort qui pousse la lame en dehors du porte-outil.

Vérification du réglage des fers.

On l'effectue par rapport au plan du support des pièces à l'aide :

● *d'un comparateur* placé sur l'arbre ou la table de réception de la dégauchisseuse (fig. 43).

● *d'une cale étalonnée* et rectifiée qu'on loge entre le porte-outil et la table de la raboteuse.

Conseils.

Il est recommandé de suivre les prescriptions suivantes :

— *assurer aux fers une saillie de 1 à 2 mm et régler le contre-fer si la chose est possible,*

— *enlever et remplacer les fers les uns après les autres,*

— *débarrasser le porte-outil des poussières et résines avec du pétrole,*

— *serrer d'abord la vis centrale,* puis progressivement les autres vis placées de part et d'autre de celle-ci en allant vers l'extrémité des fers.

Nota : On obtient un réglage défectueux des fers si l'on commence par le serrage de leurs extrémités.

— *observer le jeu* entre les arêtes tranchantes et les lèvres de la dégauchisseuse ainsi que les presseurs de la raboteuse,

— *vérifier l'épaisseur des pièces rabotées* au pied à coulisse pour rectifier le système de lecture des cotes s'il y a lieu.

Remarques. Le réglage de toutes les arêtes tranchantes par rapport au diamètre du cylindre de coupe doit se faire avec une grande précision, de l'ordre de 1/20 de millimètre. Si cette précision n'est pas atteinte, cela revient à travailler avec une seule arête tranchante.

Si les arêtes tranchantes ne sont pas parallèles entre elles, les ondulations sont coniques dans le sens de la largeur.

Nota : Avant de changer les fers d'un porte-outil, on recommande, par mesure de prudence et afin d'empêcher sa mise en marche accidentelle, de prendre les dispositions suivantes :

- **ouvrir le couvercle du disjoncteur-contacteur.**
- **enlever les fusibles, ou la courroie du moteur.**
- **ou encore bloquer le porte-outil par un système quelconque.**

On doit changer les fers avant que les arêtes tranchantes ne soient trop émoussées pour des raisons de sécurité et de rendement.

L'ASPECT DES BOIS APRÈS LE CORROYAGE MÉCANIQUE

On peut considérer :

1° L'aspect géométrique de la surface travaillée.

La surface travaillée présente une suite d'ondulations principales, dites « *pas d'usinage* », créées par le mouvement simultané des arêtes tranchantes de l'outil et l'avance continu de la pièce de bois.

Le pas d'usinage peut être :

a) *régulier,* lorsque l'amenage est synchronisé avec la vitesse angulaire de l'outil (photo 44). Un amenage automatique réalise cela.

b) *irrégulier,* lorsque l'amenage est irrégulier (photo 45). Cela se produit avec un amenage manuel ou un moteur électrique indépendant qui ralentit en surcharge.

Nota : On a considéré que les arêtes tranchantes des fers sont placées sur la génératrice du cylindre de coupe.

2° L'aspect dynamique. Il est tributaire de l'angle d'attaque de l'outil, de sa vitesse linéaire, de l'état des arêtes tranchantes, mais aussi de l'orientation des fibres du bois, de la profondeur de passe de l'outil et de l'épaisseur du copeau. Ce sont tous ces facteurs qui déterminent la qualité d'un corroyage sans éclats.

LE PAS D'USINAGE

La valeur du pas d'usinage pour un travail :

a) **grossier** est de 2,0 à 2,5 mm avec un bois très tendre;

b) **peu soigné** est de 1,5 à 2 mm avec un bois tendre;

c) **soigné** est de 1,5 à 0,8 mm avec un bois mi-dur;

d) **très soigné** est de 0,8 à 1 mm avec un bois dur.

Nota : Les ondes secondaires ne sont pas apparentes à l'intérieur d'un pas d'usinage de faible valeur.

L'ÉPAISSEUR DU COPEAU

Elle est pour un corroyage :

a) **grossier,** comprise entre 0,16 et 0,4 mm en dégrossissage;

b) **soigné,** comprise entre 0,4 et 0,16 mm en menuiserie;

c) **très soigné,** comprise entre 0,014 et 0,04 en ébénisterie.

L'EFFORT DE COUPE

Deux cas peuvent se présenter pour l'arête tranchante :

1° Elle coupe bien. L'effort de coupe est la résultante de deux forces : l'une de pénétration, l'autre de coupe de l'arête tranchante. L'effort de coupe varie avec l'épaisseur du copeau détaché, la nature du matériau à usiner, la vitesse de coupe de l'outil et aussi l'état d'usure des arêtes tranchantes.

2° Elle est émoussée.

A son point d'attaque, l'arête tranchante comprime fortement le bois pendant un temps assez long. Cette compression engendre une réaction radiale qui résulte d'une réaction horizontale et verticale.

Lorsque l'arête tranchante quitte le bois, l'effort de coupe augmente la valeur de l'angle de levage des fibres du bois.

C'est ce changement de direction et de valeur des efforts de coupe qui provoque les vibrations de la pièce sur la table de la machine.

L'ANGLE DE LEVAGE

Il est lié au diamètre du cylindre de coupe de l'outil et à la profondeur de passe des arêtes tranchantes.

On a toujours intérêt à réaliser des passes de faible profondeur pour obtenir un corroyage sans éclats.

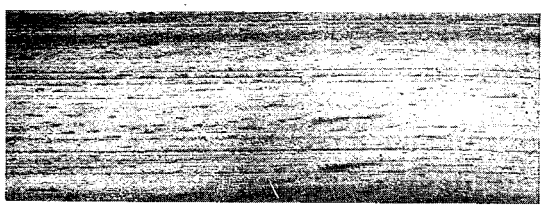
LA STABILITÉ DES PIÈCES CORROYÉES

Au séchage, le bois prend du retrait et parfois se déforme. Les déformations sont dues à des tensions internes et des retraits inégaux, variables avec la direction des fibres du bois, qui se stabilisent par la suite.

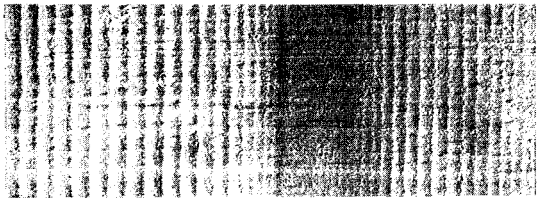
Le corroyage, qui a pour but de supprimer l'arrondi ou le gauche des pièces de bois, rompt l'équilibre des tensions. Ceci est plus marqué lorsque le bois n'est pas enlevé uniformément sur l'une des faces de la pièce ou lorsque deux faces parallèles sont inégalement corroyées.

Dans ces conditions, une pièce plane, après corroyage, gauchit au bout d'un temps relativement court.

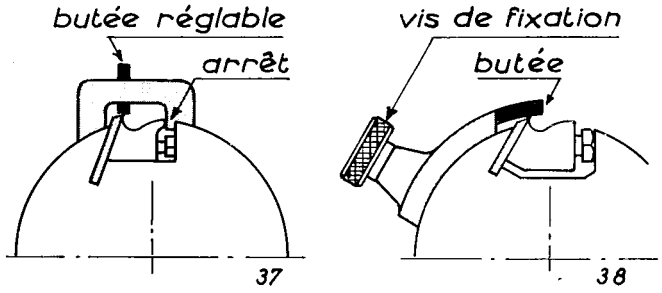
Nota : Ce phénomène existe également en profilage lorsqu'on enlève un volume de bois plus grand d'un côté que de l'autre.



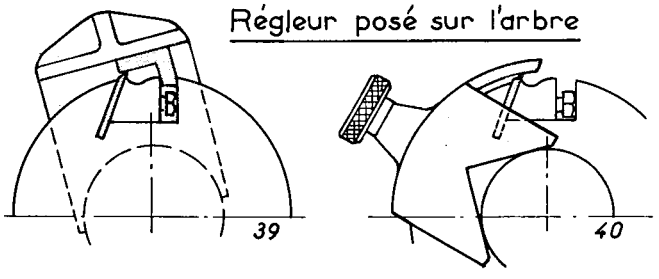
Ondes régulières 44



Ondes irrégulières 45

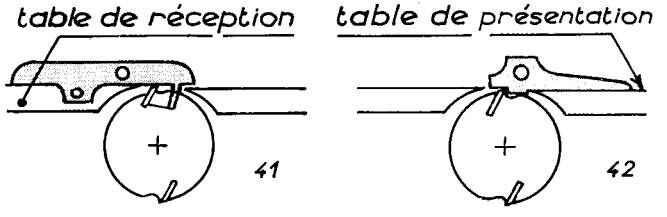


37 38

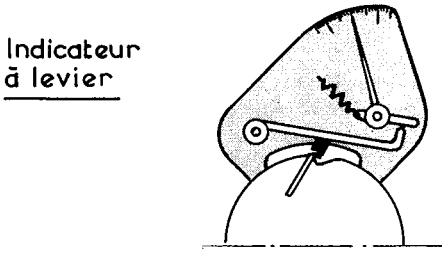


39 40

Le support de pièce est utilisé comme surface de référence



41 42



43

LE DÉGAUCHISSAGE

C'est la première opération dans l'usinage mécanique des bois secs et bruts de sciage. Il tend à réaliser une surface plane à l'aide d'un porte-outil horizontal dont la génératrice du cylindre de coupe est au-dessus de l'axe de rotation. On pousse contre l'outil qui tourne en sens contraire, selon un mouvement dit *en opposition*, la pièce à dresser posée sur une table horizontale de *présentation*, dite d'entrée ou avant. L'action de l'outil procure une surface plane qui sert de plan de glissement sur la table de *réception*, dite de sortie ou arrière (fig. 46-47).

La machine utilisée se nomme la dégauchisseuse (fig. 47).

Le problème se pose, avant la coupe du bois, d'assurer la stabilité des pièces sur la table d'entrée de la machine en même temps que leur entraînement. En effet, le plus souvent, après le débitage et le séchage, les pièces de bois sont cintrées ou gauches. C'est au dégauchissage qu'il appartient de porter remède à ces défauts, de supprimer les inégalités de la surface des pièces en évitant qu'elles basculent en se déplaçant.

On réalise cela en exerçant une pression aux points de contact de la pièce avec les tables :

— *à l'aide des mains,*

— *ou mécaniquement,*

— *ou encore à la fois par l'action des mains et mécaniquement.*

LE DÉGAUCHISSAGE MANUEL

La machine utilisée est très simple, de faible production, et ne possède pas d'organe d'entraînement des pièces de bois. Seul, un ouvrier expérimenté, connaissant bien le matériau bois peut l'utiliser, sinon la qualité du dégauchissage est médiocre. En tous les cas, l'opération est coûteuse.

L'OUTIL DE COUPE

Le porte-outil est toujours de forme cylindrique; la forme polygonale est, en effet, interdite par la législation du travail.

Selon l'essence à corroyer, l'angle d'attaque peut être modifié par un contre-biseau.

C'est la relation entre la vitesse linéaire du porte-outil et la vitesse d'amenage qui impose le nombre des lames tranchantes.

Il est recommandé d'utiliser :

— ***deux lames tranchantes,*** lorsque l'amenage se fait à la main.

— ***trois ou quatre lames tranchantes,*** lorsque la dégauchisseuse est équipée d'un entraîneur automatique (fig. 48).

Le porte-outil horizontal peut être complété par :

— **un porte-outil vertical incorporé dans le guide.** Cette disposition permet de dégauchir à la fois les deux faces adjacentes d'un solide (fig. 49).

Il faut savoir :

— *que la face de référence horizontale* qui assure la stabilité de la pièce de bois sur la table de réception doit être dégauchie avant la face verticale,

— *que le porte-outil vertical* doit être situé sur la table de réception et non sur la table de présentation.

LA COMMANDE DE L'ARBRE PORTE-OUTIL

Le moteur utilisé présente toujours deux pôles, fait 3 000 tours à vide, 2 800 tours en charge pour un courant triphasé à 50 périodes. La commande du porte-outil se fait au moyen d'une courroie.

Les moteurs à double cage avec un démarrage étoile triangle sont aussi utilisés.

LA VITESSE LINÉAIRE DE L'OUTIL

Elle est constante. Il n'existe pas de dégauchisseuse à plusieurs vitesses. Au point de vue de la productivité et de la tenue de coupe des lames, il y a intérêt à ce que la vitesse linéaire de l'outil ne soit ni trop lente ni trop rapide.

Elle doit être comprise entre 20 et 40 m/s.

L'ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR L'OUTIL

A capacité égale, on équipe la dégauchisseuse avec un moteur de 30 à 50 % plus faible que celui de la raboteuse. Cela se justifie par la profondeur de passe moindre en dégauchissage manuel qu'en rabotage.

Nota : On compte à peine un cheval par décimètre de longueur du porte-outil.

LA VITESSE D'AMENAGE DES PIÈCES

La machine est dépourvue de tout système d'amenage. L'avance des pièces se fait à la main. La vitesse d'amenage est de 6 m environ à la minute, rarement 10 m/mn.

Nota : L'amenage manuel procure un usinage souvent supérieur à celui obtenu par un amenage automatique mal conçu.

LE SUPPORT DES PIÈCES ET SES ACCESSOIRES

Les pièces sont supportées par deux tables fixes en position, placées de part et d'autre de l'arbre porte-outil. L'intervalle qui les sépare s'appelle la lumière. Chaque table est munie d'une lèvre en acier qui a pour rôle de :

— *réduire au minimum la largeur de la lumière* pour une raison de sécurité;

— *parer à une usure trop grande des tables.*

On règle le plan :

a) **de la table de réception** de manière à ce qu'il soit tangent à la génératrice supérieure du cylindre de coupe.

b) **de la table de présentation** à un niveau inférieur à cette génératrice. La dénivellation entre les deux tables correspond à la profondeur de coupe de l'outil (fig. 46).

Elle est précisée et contrôlée par un vernier.

La largeur des tables.

Elle est :

— **très étroite,** 10 à 20 cm, pour les petites machines d'établi;

— **étroite,** 30 à 40 cm, pour les travaux de menuiserie;

— **large,** 50 à 70 cm, pour les travaux d'ébénisterie.

Nota : On protège les tables des machines au repos par une planche, afin qu'elles ne soient pas détériorées par des outils métalliques tels que marteaux, clefs, etc.

La longueur des tables.

Pour une question de présentation et de stabilité des pièces, on recommande une table :

— **de réception courte** (2/5 de la longueur totale).

— **de présentation plus longue** (3/5 de la longueur totale).

Nota : L'usage d'une fausse table en bois facilite le corroyage des pièces très longues.

Le guide-pièces.

Il permet de régler la largeur utile de la machine et l'angle qu'il fait avec la table de la dégauchisseuse.

Il possède à cet effet deux sortes de réglage :

— **l'un transversal,**

assuré :

— *soit par une tige cylindrique* unique coulissant horizontalement. Placée en porte-à-faux, elle rend le déplacement du guide assez pénible;

— *soit par une glissière* placée à l'avant de la table. Le guide ainsi conçu possède une grande mobilité.

— **l'autre angulaire.** Il se fait par tâtonnement, mais aussi à l'aide :

— *d'un vernier,*

— *ou de butées escamotables* aux angles usuels : 30, 45, 60 et 90°.

LE BATI

Il doit satisfaire aux conditions suivantes :

1° Permettre le réglage des tables.

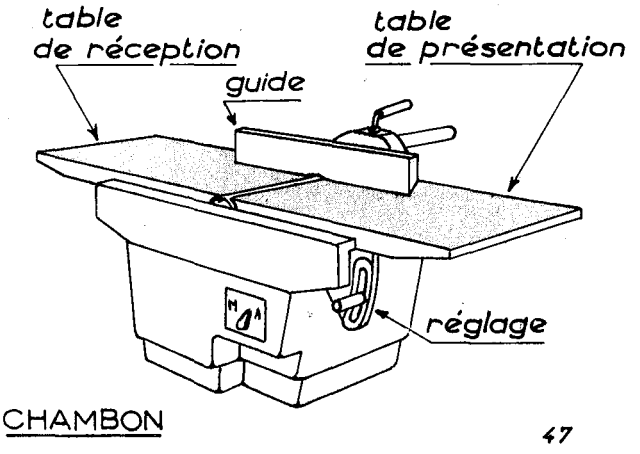
On déplace celles-ci :

a) **en hauteur.** Le réglage se fait par rapport à la génératrice du cylindre de coupe au moyen :

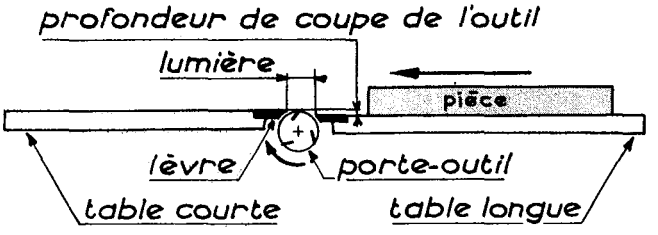
— *d'un plan incliné de grande longueur,*

— *de deux plans inclinés de petite longueur* (fig. 50),

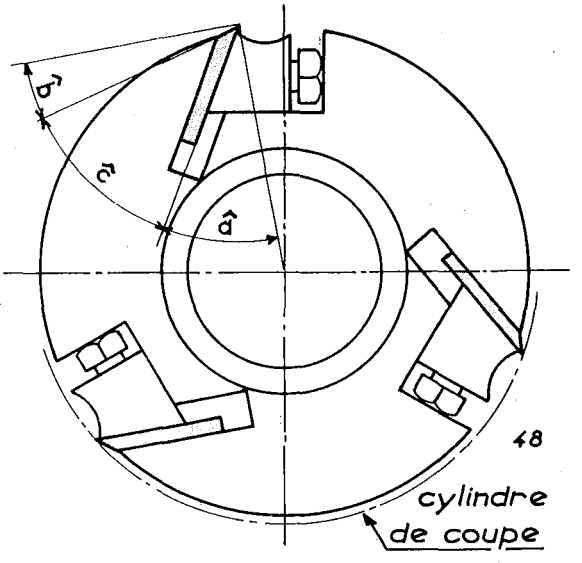
— *ou encore d'un coin.*



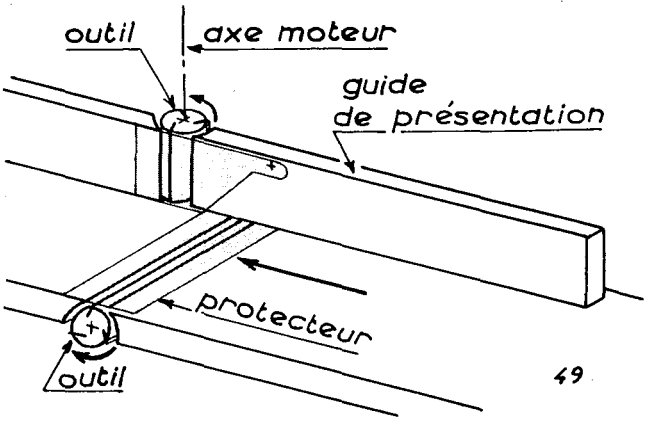
47



46



48



49

b) **longitudinalement,** afin d'avoir accès au porte-outil pour changer aisément les lames tranchantes et régler la largeur de la lumière en fonction de la profondeur de coupe du porte-outil. Deux glissières horizontales permettent ce réglage.

Un système de blocage empêche les tables de se déplacer au cours du travail.

Nota : Un système oscillant permet de conserver une largeur constante à la lumière quel que soit le réglage de la table de présentation, qu'elle soit équilibrée ou non.

On n'effectue pas le réglage de la lumière alors que la machine est en marche.

2° Assurer la stabilité de la machine.

Cette stabilité est donnée non seulement par le poids de la machine, mais aussi par l'importance de la surface de contact avec le sol.

En outre, le centre de gravité des tables peut être placé :

a) **à l'extérieur des glissières** (fig. 50). C'est le cas pour la dégauchisseuse à un pied, dite *légère*. Les tables avec leurs glissières uniques sont en porte-à-faux. Cette mauvaise répartition des masses ne facilite pas le déplacement des tables et risque d'entraîner leur manque de parallélisme. Les vibrations sont à craindre.

Le constructeur prévoit, dans cette forme de bâti, une place où l'ouvrier loge ses pieds afin de lui éviter une position de travail trop fatigante.

b) **à l'intérieur des glissières** (fig. 51). C'est le cas pour la dégauchisseuse à trois pieds. La forme allongée du bâti assure à la machine une bonne assise, tout en laissant le sol dégagé pour l'emplacement des pieds du machiniste.

La disposition des glissières courtes ou longues rend aisée la manœuvre des tables et garantit leur stabilité.

3° Permettre le dégagement des copeaux.

On évide le bâti de la dégauchisseuse, du type léger ou lourd, pour favoriser le dégagement des copeaux et pour la munir d'une buse d'aspiration.

QUELLES SONT LES ÉTAPES DU DÉGAUCHISSAGE MANUEL?

1° Poser la face creuse de la pièce sur la table de présentation de la machine et la maintenir en équilibre par la pression des deux mains (fig. 52).

2° Imprimer à la pièce un mouvement de translation tout en la poussant de la main droite.

C'est là le geste le plus difficile à acquérir pour dégauchir correctement une pièce : appuyer sur la pièce, maintenir le dévers, s'il y a lieu, et la pousser en même temps.

3° Appuyer avec la main gauche sur l'avant dégauchi de la pièce (fig. 53) qui reste stable sur la table de réception (plan de référence). La main droite pousse seulement la pièce lorsque le dégauchissage parvient à ce stade. La table de présentation ne joue plus aucun rôle lorsque la pièce repose bien sur la table de réception.

Nota : On règle la profondeur de coupe de l'outil selon l'importance des déformations du bois à supprimer en une ou deux opérations successives.

LE DÉGAUCHISSAGE SEMI-AUTOMATIQUE

Comme son nom l'indique, ce dégauchissage comporte deux opérations combinées : l'une manuelle, l'autre mécanique.

Il convient parfaitement pour les pièces de grandes dimensions.

On le réalise de manière satisfaisante à l'aide d'une dégauchisseuse manuelle sur laquelle on adapte un entraîneur universel après avoir effectué une passe manuelle :

1° Complète sur la partie libre des tables et une seconde passe avec l'entraîneur (fig. 59).

2° Partielle sur l'extrémité avant de la pièce afin d'obtenir un plan de référence en contact avec la table de réception pour y appliquer l'entraîneur.

On place, à cet effet, les rouleaux entraîneurs au-dessus de la table de réception, le premier à 10 cm environ de l'axe du porte-outil.

Cette méthode de travail permet à l'ouvrier de saisir et placer convenablement la pièce de bois sur la table de présentation, tandis que l'entraîneur termine le dégauchissage, de la pièce précédente.

On gagne ainsi du temps et l'on obtient un dégauchissage de qualité, mais qui exige de la part de l'ouvrier une grande expérience.

L'ENTRAINEUR AUTOMATIQUE UNIVERSEL

(photo 54).

C'est un appareil donnant un travail rentable qui, en outre, assure la protection corporelle de l'ouvrier; il peut servir également lors des opérations de sciage et de profilage.

Conception des entraîneurs universels.

L'entraînement des pièces de bois est effectué par des rouleaux d'amenage élastique, à pression réglable, animés par un moteur électrique.

Les rouleaux d'entraînement peuvent être au nombre de :

a) **deux** (fig. 55), le rouleau d'entrée et le rouleau de sortie; ils sont en caoutchouc dur; on les place au-dessus de chaque table à une distance compatible avec l'épaisseur des pièces à dégauchir. La pression exercée par les deux rouleaux n'est pas la même.

Elle est :

— *faible, pour le rouleau d'entrée.*

— *forte, pour le rouleau de sortie.*

b) **trois,** indépendants, à pression réglable. La position des rouleaux par rapport à l'outil varie avec la qualité du dégauchissage à obtenir, les dimensions des pièces et l'importance des défauts à éliminer (fig. 56).

En principe, on obtient un bon dégauchissage en plaçant deux des cylindres d'entraînement sur la table de réception, le troisième sur la table de présentation à 150 mm de l'axe du porte-outil.

Ce système d'entraînement convient surtout pour des pièces de petites dimensions.

Orientation des axes des rouleaux d'entraînement par rapport au guide-pièces.

Le dégauchissage automatique n'intéresse pas seulement la face de référence d'une pièce, mais aussi son champ d'équerre. Pour le réaliser, on dispose l'axe des rouleaux entraîneurs un peu obliquement par rapport au guide-pièces (fig. 57).

Nota : Le rouleau entraîneur d'entrée peut être monobloc ou sectionné pour épouser la forme de la pièce à dégauchir.

Quelle est l'action des entraîneurs utilisés?

Ils exercent sur la pièce de bois une action :

a) **verticale ou oblique.**

Ils peuvent comporter :

— *un simple organe d'entraînement,*

— *ou un double organe d'entraînement non indépendant.*

b) **latérale et verticale.** L'action latérale est assurée par deux molettes qui s'incrustent dans le bois et assurent la stabilité des pièces.

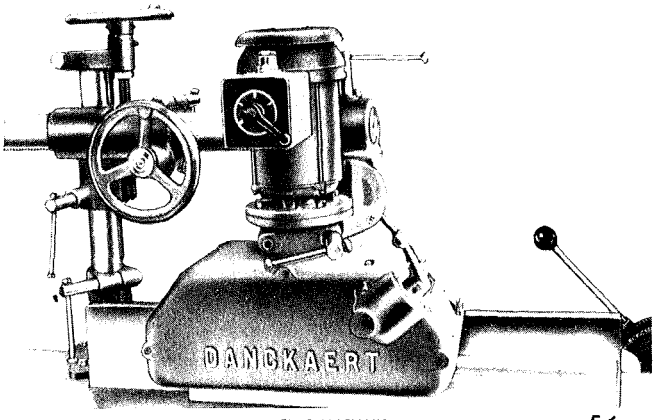
L'action de l'organe vertical (rouleau ou tapis) vise à obtenir un contact parfait entre le plan de référence exécuté à la main et la table de sortie.

Quelles sont les précautions à prendre pour engager les pièces de bois sous l'appareil?

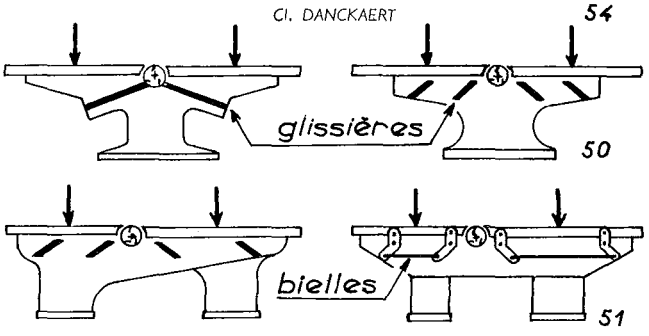
On constate qu'avec une pièce légèrement gauche, si la pression de l'organe entraîneur s'effectue :

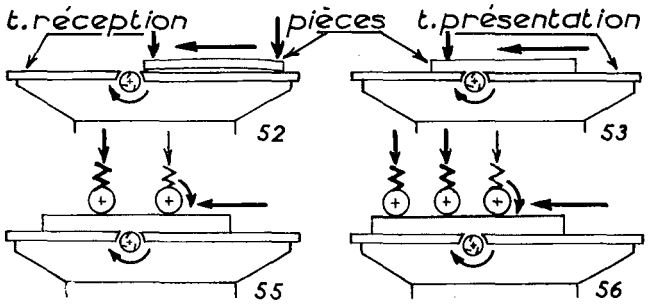
a) **sur toute sa largeur,** la pièce est seulement blanchie et reste gauche.

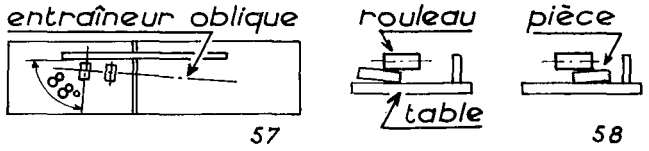
b) **sur une fraction de sa largeur,** la pièce n'est pas parfaitement dégauchie, mais d'une planéité acceptable (fig. 58).

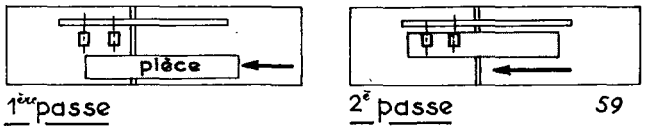


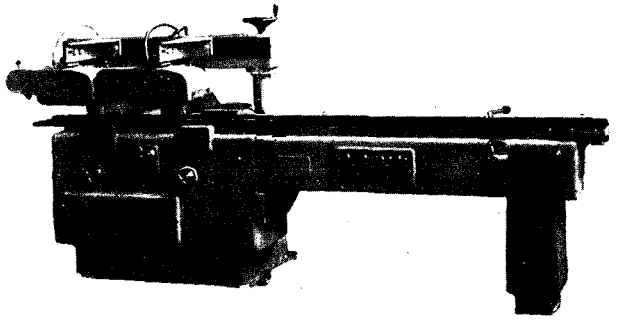
Cl. DANCKAERT 54











Cl. CHUET.

LE DÉGAUCHISSAGE AUTOMATIQUE DANS LA GRANDE INDUSTRIE

La cadence rapide d'un usinage du bois en série exige l'automatisme intégral des machines.

Le dégauchissage a dû l'adopter afin de ne pas ralentir les opérations ultérieures.

ENTRAINEUR SPÉCIALISÉ

L'entraînement des pièces est obtenu par une série de *doigts presseurs sensibles qui épousent la forme de la* pièce et sont fixés à un tapis mobile.

L'appareil entraîneur recouvre toute la largeur utile des tables de la dégauchisseuse.

Cet entraîneur donne satisfaction au point de vue rendement quantitatif. Mais la précision du dégauchissage obtenu n'est jamais parfaite; elle convient cependant pour des petites pièces. Dans ce cas, un chargeur de pièces peut alimenter la machine.

MACHINES PERFECTIONNÉES

On utilise deux sortes de dégauchisseuses qui favorisent la productivité de l'entreprise.

Quelles conditions doit remplir la dégauchisseuse automatique?

Elle doit :

a) **accomplir un travail précis,**

b) **un travail productif,** donc rapide qui repose sur le principe de l'usinage continu : les pièces se déplacent régulièrement les unes derrière les autres.

c) **être conçue** de manière que la pièce de bois plus ou moins gauche se maintienne en équilibre sur la table de la machine, **et soit entraînée** sans que soit détruite sa stabilité.

Deux solutions ont été retenues par les constructeurs pour assurer l'équilibre et la stabilité des pièces de bois sur la table de présentation.

On opère :

1° ***Mécaniquement*** (fig. 60).

a) **l'équilibre pour les pièces** de bois brutes de sciage est donné par des palpeurs hydrauliques, sortes de vérins placés en vis-à-vis qui s'appliquent automatiquement sur les faces inférieures et supérieures des pièces de bois.

Les palpeurs agissent en deux phases :

— *au premier temps*, ils touchent la pièce de bois,

— *au deuxième temps*, les palpeurs inférieurs s'immobilisent tandis que les palpeurs supérieurs exercent une pression énergique sur le bois.

La pièce ainsi tenue solidement est entraînée vers le porte-outil dit de prédégauchissage, qui offre des emboîtements canalisateurs. Les palpeurs reviennent à leur position de départ à partir du moment où la pièce est dirigée par les languettes-guides.

b) **la stabilité des pièces** brutes de sciage en mouvement est garantie par deux sortes d'organes :

— *un système d'emboîtements* canalisateurs qui servent de plan de référence et guident la pièce en hauteur et en largeur.

On procède en deux temps :

— on effectue, sous la pièce, des rainures de forme rectangulaire au moyen de fraises,

— puis on emboîte la pièce sur les languettes-guides.

— *un système d'entraînement* fait de rouleaux élastiques, cannelés, sectionnés ou caoutchoutés qui assurent le contact du plan de référence avec les languettes-guides.

c) **le corroyage proprement dit des pièces** se propose de supprimer les rainures canalisatrices et d'obtenir une surface plane parallèle au plan de référence de ces dernières.

Un amenage énergique entraîne et plaque les pièces sur la table lisse de la machine.

Les pièces peuvent être présentées et orientées à la main ou placées dans une trémie de chargement.

Nota : La machine est dénommée dégauchisseuse quatre faces lorsqu'elle réalise un dégauchissage complété par un rabotage en largeur et en épaisseur.

Remarques. Cette machine présente deux inconvénients :

— *un prix d'achat élevé* en raison de la complexité du système de stabilisation des pièces. Une grande production de l'entreprise est nécessaire pour amortir son prix d'achat;

— *le mouvement d'amenage alternatif* des pièces ne favorise pas pleinement la productivité de l'entreprise.

Nota : La trace que laisse le coup d'outil à l'extrémité des pièces de bois cintrées se nomme le mouchage (fig. 61).

2° ***Manuellement*** (fig. 62 et photo Chuet).

La plupart des problèmes économiques et techniques sont résolus grâce à une machine du type classique qui possède :

— **un entraîneur automatique de pièces,**

— **un train de fraises** émergeant d'une grille que comporte la table de présentation. Les fraises réalisent des emboîtements canalisateurs qui servent de surface de référence et guident la pièce vers l'outil dresseur.

La grille de la table de présentation a pour rôle de soutenir les pièces de bois lorsqu'elles rentrent en contact avec l'outil dresseur.

— **une série de languettes-guides** placées derrière les fraises où s'applique la surface de référence des rainures canalisatrices.

Remarques. La présentation et l'équilibrage des pièces sont manuels.

Un système mécanique reste à inventer pour les réaliser, qui améliorerait la productivité de la machine.

ASPECT GÉOMÉTRIQUE DES PIÈCES DÉGAUCHIES AUTOMATIQUEMENT

L'aspect géométrique des pièces de bois corroyées automatiquement donne satisfaction si la grandeur du pas de l'amenage est correcte. Ce sont les caractéristiques de la dégauchisseuse qui déterminent la vitesse d'amenage de l'entraîneur en fonction de la qualité de l'usinage à obtenir.

Remarques. On constate qu'un porte-outil à trois fers facilite l'usinage de finition, le ponçage des pièces de bois.

En effet, l'onde secondaire médiane diminue la profondeur de l'onde principale, d'où un ponçage plus rapide et aisé.

Nota : Les faibles profondeurs de coupe sont impératives en dégauchissage manuel ou automatique si l'on veut exécuter un travail satisfaisant.

LE RABOTAGE

Il a pour but d'obtenir, avec une grande précision et qualité, en bois de fil ou en contre-fil, une surface parallèle à une surface de référence préalablement réalisée à la dégauchisseuse.

Pour cela, la face de référence de la pièce à raboter, placée sur une table horizontale, avance automatiquement en sens contraire de la génératrice inférieure du cylindre de coupe du porte-outil en rotation.

Schématiquement, la raboteuse est constituée par un porte-outil rotatif, fixe en position horizontale, placé au-dessus d'une table réglable en hauteur selon l'épaisseur des pièces de bois. Deux rouleaux, l'un d'entrée, cannelé, l'autre de sortie, lisse, entraînent automatiquement les pièces de bois. Des presseurs placés de part et d'autre du porte-outil s'opposent aux efforts de soulèvement que subit le bois sous l'action des lames tranchantes (fig. 63).

On utilise la raboteuse pour effectuer les travaux les plus grossiers comme les plus soignés.

Le rabotage mécanique des bois pose des problèmes techniques que les constructeurs de machines-outils ont résolu au mieux.

Ce sont ces questions que nous allons étudier succinctement.

L'OUTIL DE COUPE

La forme cylindrique du porte-outil n'est pas obligatoire. Elle peut être polygonale, ce qui facilite l'évacuation des copeaux.

Les lames sont au nombre de trois, quatre ou parfois six pour les travaux de qualité. Elles sont toujours à serrage interne. Les lames par couple de deux sont rarement utilisées et réservées aux travaux grossiers.

L'angle d'attaque des lames est de 35° environ. Un contre-biseau peut en modifier la valeur selon l'essence usinée.

L'ORGANE DE COMMANDE DU PORTE-OUTIL

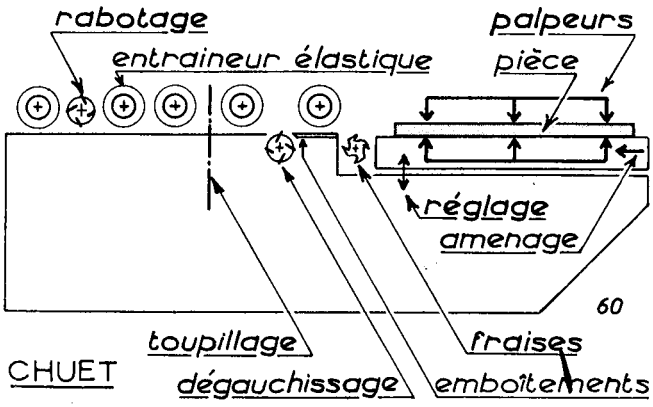
La commande du porte-outil est opérée :

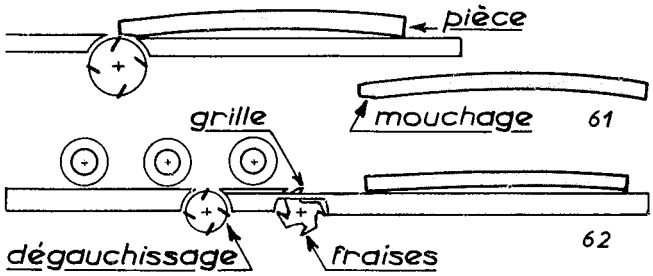
1° ***Par un moteur électrique*** indépendant du porte-outil et logé à l'intérieur du bâti.

Il peut attaquer avec un couple de pignons, ou bien une courroie sans fin, plate, ou trapézoïdale :

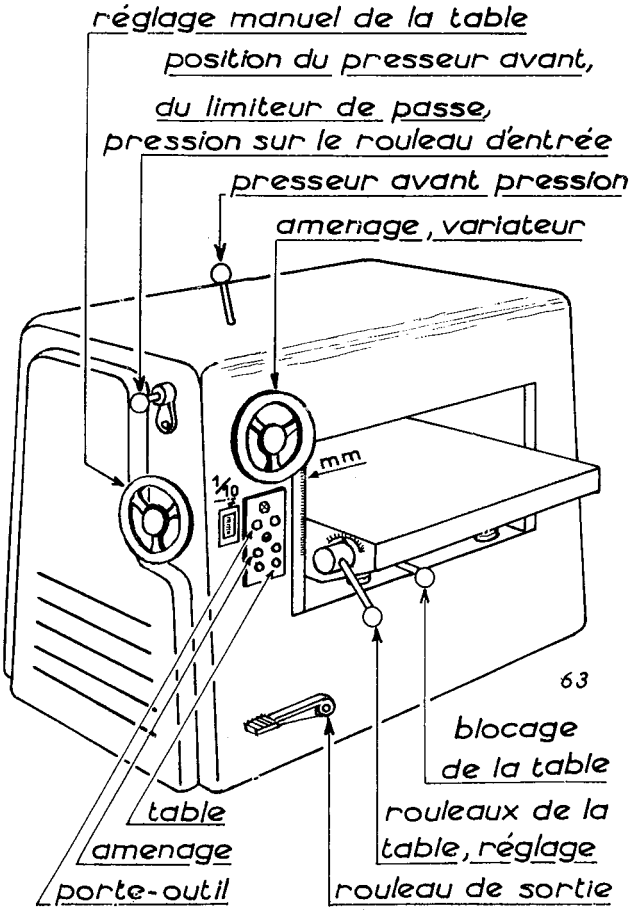
a) **le porte-outil seul.** Dans ce cas, l'amenage est obtenu par un deuxième moteur indépendant. C'est un système coûteux, mais qui donne satisfaction. On le réserve aux machines lourdes.

b) **le porte-outil** et l'amenage à la fois. C'est le dispositif généralement utilisé pour les machines légères. Chaque constructeur adopte un système qui lui est propre pour réaliser la démultiplication entre la vitesse du porte-outil





GUILLIET



et celle de l'amenage. Ce système présente une sécurité pour la machine en cas de ralentissement du porte-outil puisque l'amenage ralentit également.

Nota : Un moteur indépendant est aisément remplacé en cas de défaillance.

2° Par un moteur électrique calé en bout de l'arbre porte-outil.

Il peut être alimenté avec un courant :

— **à 50 périodes.** Le moteur utilisé est, dans ce cas, asynchrone à deux rotors. Il est d'un prix élevé.

Une courroie sans fin, plate ou trapézoïdale, commande l'amenage.

— **à 100 périodes** fourni par un changeur de fréquence. On l'utilise rarement en raison de son prix coûteux.

Nota : En règle générale, tous les organes de commande et de réglage d'une raboteuse sont groupés sur un tableau mis à portée de la main de l'ouvrier. On les place assez haut afin que l'ouvrier ne reçoivent pas de poussières dans les yeux en se baissant pour les manœuvrer.

LA VITESSE LINÉAIRE DE L'OUTIL

Elle est conditionnée par :

— **la tenue de coupe de l'outil,**
— **la vitesse d'avancement des pièces de bois,**
— **la qualité du travail recherché.**

Elle est comprise entre 30 et 50 m/s.
La raboteuse ne possède qu'une seule vitesse.

LE SUPPORT DE PIÈCES ET SES ACCESSOIRES

La pièce de bois à raboter, placée sur la table horizontale, avance vers le porte-outil en rotation (fig. 64).
La qualité et la précision du rabotage sont tributaires de la table.
On demande à celle-ci :

1° D'être stable.

La table supporte les efforts de coupe du porte-outil et les efforts de l'amenage. Au cours du rabotage, ces efforts varient en direction et en valeur, ce qui provoque des vibrations. Une table bien conçue les neutralise.

2° D'être réglable en hauteur.

La mobilité de la table ne doit pas nuire à sa stabilité.
Son système de guidage doit être précis et son organe de mobilité robuste. La table peut être équilibrée en vue d'une mobilité plus facile.

Selon les dimensions de la table, on assure sa mobilité avec :

a) **des vérins en nombre variable :**

— *un* seul vérin de faible ou de très gros diamètre, placé dans la colonne centrale;

— *deux* vérins, placés, l'un à l'entrée, et l'autre à la sortie de la table. Cette disposition entrave le mouvement basculant de la table;

— *ou quatre* vérins, situés aux angles de la table (fig. 65).

b) **des glissières ou des coins.** Les uns et les autres créent le mouvement de la table et lui assurent une précision de fonctionnement remarquables pour les machines de faible capacité.

Nota : Les organes de mobilité de la table doivent être protégés de la poussière qui entrave leur action.

Comment opère-t-on le déplacement de la table ?

De deux façons :

— **à la main,** pour les petites machines. Un tour du volant correspond à un déplacement de 1 ou 2 mm. Il est toujours préférable d'effectuer le réglage en remontant la table pour neutraliser les jeux de fonctionnement.

— **automatiquement,** avec un moteur électrique auxiliaire lorsque la capacité de la raboteuse est importante. Le réglage final se fait à la main.

Nota : Pour éviter la détérioration des fers, une butée limite l'élévation de la table.

3° De comporter un système de lecture précise des cotes.

On utilise, selon la conception et la qualité de la machine :

a) **une règle graduée munie d'un index,**

b) **un tambour ou un volant gradué,**

c) **un vernier avec visée optique** qui permet un réglage au 1/20 de millimètre.

Nota : Un verrouillage énergique bloque la table à la cote désirée. L'appareil de lecture peut être lumineux.

4° De faciliter le déplacement des pièces de bois.

Deux facteurs interviennent pour le glissement des pièces de bois sur la table de la raboteuse :

a) **la pression des rouleaux d'amenage,**

b) **l'importance des surfaces en contact entre la pièce et la table.** Des rouleaux lisses, fixés et incorporés dans la table résolvent ce problème. Ils sont placés, le plus souvent, au-dessous des rouleaux d'amenage. Le rouleau d'entrée se trouve légèrement en avant du rouleau cannelé ce qui évite les mouvements de bascule des pièces de bois.

Les rouleaux de table, généralement fous, sont commandés lorsque la machine doit être très productive.

Un dispositif de réglage permet de placer la génératrice supérieure des rouleaux en saillie par rapport au plan de la table :

— *de 0,6 mm pour effectuer un rabotage grossier* des pièces humides ou brutes de sciage;

— *de 0,3 mm pour raboter des pièces en bois tendre;*

— *de 0,1 mm pour raboter des pièces en bois dur.*

Remarque. Une saillie importante des rouleaux de table provoque toujours un mouvement basculant des pièces de bois, qui crée des ondulations profondes (coups d'outils) et un manque de précision des cotes.

5° D'être plane, rigide, et de ne pas se déformer à l'usage.

Pour cela, des lèvres amovibles en acier peuvent être incorporées dans la table au niveau des rouleaux fous.

Nota : Une servante à rouleaux remplace avantageusement une rallonge de table horizontale montée sur un parallélogramme déformable ou un tout autre système pour le rabotage des pièces importantes. On donne à cette table auxiliaire une pente de 1 % lorsque les rouleaux de table ne sont pas réglables afin d'éviter les coups d'outil (mouchage) par la bascule des pièces de bois.

L'ORGANE DE MAINTIEN ET D'ENTRAÎNEMENT DES PIÈCES

Il est constitué par deux rouleaux supérieurs placés de part et d'autre du porte-outil. Leur rotation se fait en sens inverse de celui de l'outil de coupe.

Ces rouleaux jouent un double rôle :

a) **maintenir** la pièce de bois attaquée par l'outil en contact avec la table de la machine,

b) **entraîner** la pièce sur la table.

Les rouleaux ont l'inconvénient d'exercer sur la pièce une pression qui entrave l'amenage. C'est là le défaut essentiel de la raboteuse. Le manque d'efficacité de l'amenage oblige, trop souvent, l'ouvrier à intervenir pour pousser ou tirer les pièces de bois, d'où une production moindre de la machine.

1° Les rouleaux d'amenage.

a) **le rouleau d'entrée.** Son rôle étant de pousser le bois vers le porte-outil, il est de grand diamètre et cannelé pour agir efficacement sur la surface brute de sciage ou gauche du bois. Les cannelures hélicoïdales ont sur les cannelures droites l'avantage de régulariser les efforts d'amenage.

Le rouleau d'entrée est :

— *monobloc*, lorsque la machine est de petite largeur. Il n'admet, en principe, à chaque passe, qu'une seule pièce de bois à la fois (fig. 66-67).

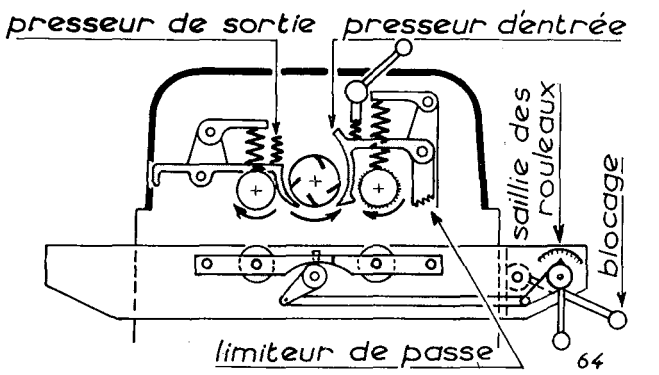
Nota : Si l'on introduit deux pièces de bois, la plus mince est rejetée en arrière par la réaction de l'outil. On remédie à cela en plaçant un jeu de rochets à l'entrée de la raboteuse.

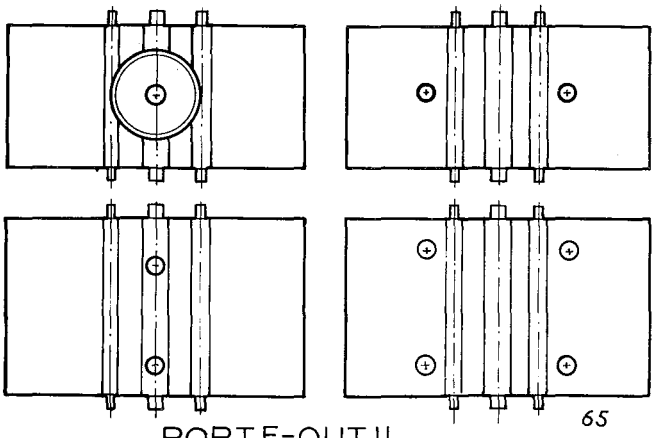
— *sectionné*, lorsque la machine est de grande largeur (fig. 68-69). Il épouse les irrégularités d'épaisseur des pièces de bois larges et accepte ensemble plusieurs pièces d'épaisseurs différentes. Ce type de rouleau entrave la tendance à la déviation latérale du bois.

Il est formé d'une succession de rouleaux indépendants ou de bagues munis de ressorts qui répartissent la pression exercée. Le rouleau sectionné présente le double inconvénient d'entraîner de légères variations dans la vitesse d'amenage et d'être fragile.

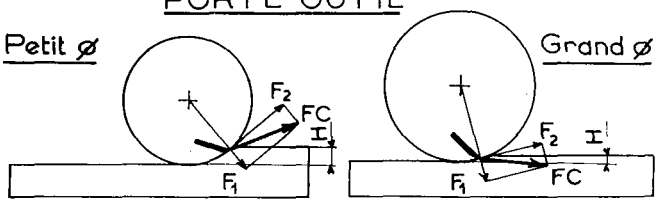
Des pneumatiques peuvent remplacer le montage élastique des bagues.

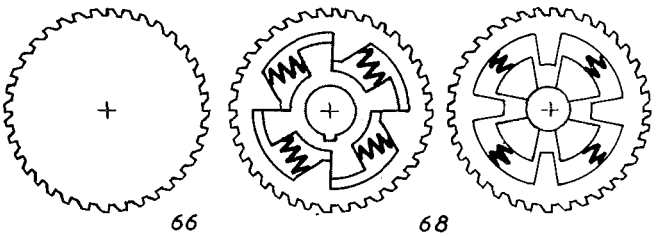
Nota : Le rouleau d'entrée doit être logé dans un carter pour être soustrait au contact des mains.

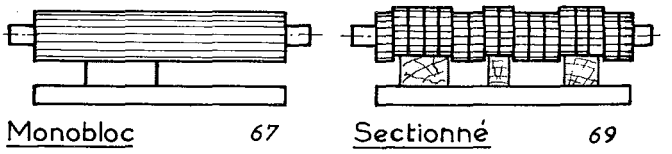


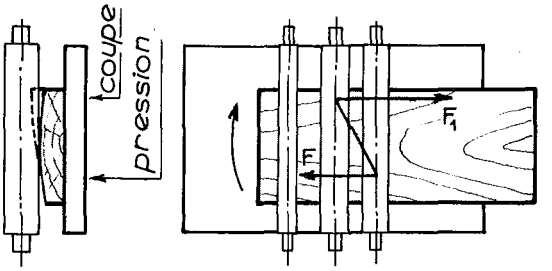


PORTE-OUTIL









b) **le rouleau de sortie.** Tirant le bois en arrière, il est monobloc et lisse pour ne pas laisser de traces sur le bois. On lui donne un diamètre supérieur à celui du rouleau d'entrée afin que soit amélioré l'entraînement du bois à la sortie de la raboteuse et afin que le rouleau ne s'incruste pas dans le bois.

Généralement, les deux cylindres ont le même diamètre pour faciliter une commande par chaîne ou par pignons qui leur assure une même vitesse angulaire.

Nota : Un système de débrayage permet d'arrêter l'amenage en cas de perte de vitesse du porte-outil.

2° La position de la génératrice active des rouleaux d'amenage.

Elle doit être placée au-dessous de la génératrice du cylindre de coupe à une distance de :

— 1 mm pour le rouleau d'entrée,

— 0,3 mm pour le rouleau de sortie.

3° La pression des rouleaux d'amenage.

Leur rôle est d'entraver le soulèvement des pièces de bois sous l'action de l'outil de coupe. Ils possèdent un agencement élastique (ressorts ou autres) aisément réglable.

On sait que la pression exercée par les rouleaux d'amenage accentue le frottement des pièces de bois sur la table de la machine et écrase les bois tendres de faible section.

On obvie, en partie, à ce double inconvénient en exerçant une pression de :

a) **de faible intensité** pour effectuer une passe importante ou raboter des pièces de forte section,

b) **très faible intensité** pour effectuer une petite passe ou usiner des pièces de faible section.

Nota : On pulvérise de la paraffine ou du sulfure de molybdène pour améliorer l'amenage des bois.

4° La vitesse d'amenage des pièces. Elle est liée au pas d'usinage (a) que l'on désire obtenir et à la dureté du bois; elle est fonction des caractéristiques du porte-outil soit :

— la vitesse angulaire (N).
— le nombre d'arêtes tranchantes (Z).

Formule : $A = aNZ$

Exemple : Quelle doit être la vitesse d'amenage d'une raboteuse pour obtenir un pas d'usinage de 1 mm avec 4 lames tournant à 60 tours/seconde ?

Elle est de : $1 \times 60 \times 4 = 240$ mm seconde, soit 14, 40 m/mn.

La raboteuse possède plusieurs vitesses d'amenage qui permettent d'avoir un pas d'usinage approprié à l'essence à usiner (fig. 70-71).

La vitesse d'amenage des machines :

— légères et de petite production est de 10 à 15 m/mn environ,

— lourdes et de grande production varie entre 4 et 60 m/mn.

Remarques. Lorsque la vitesse d'amenage est trop faible, avec un bois tendre :

— les arêtes tranchantes frottent, compriment le bois. Il en résulte une usure prématurée des arêtes tranchantes et une coupe saccadée du bois,

— la consommation d'énergie augmente.

5° L'organe de réglage des vitesses.

Il est adapté à la puissance de la machine et à l'usinage à effectuer.

On a adopté pour la raboteuse l'un des organes suivants :

— *une poulie étagée,*

— *un plateau avec un galet de friction,*

— *une boîte de vitesses à engrenages,*

— *ou un variateur à courroies trapézoïdales et poulies extensibles.* Cette dernière conception est intéressante.

Nota : On obtient deux gammes de vitesses répondant à toutes les conditions industrielles avec un moteur électrique à deux vitesses.
Un ampèremètre peut servir de guide pour régler la vitesse d'amenage.
Si le porte-outil ne tourne pas, on ne peut mettre l'amenage en marche.

L'ACTION DE L'OUTIL DE COUPE

L'étude générale du corroyage nous a appris qu'avec :

1° Des arêtes tranchantes :

a) **coupantes,** la pièce est soulevée par l'effort de coupe de l'outil,

b) **émoussées,** la pièce est alternativement soulevée et plaquée sur la table de la machine. Il en résulte un amenage défectueux de la machine et l'émission d'un bruit intense causé par les vibrations.

2° Une profondeur de passe plus ou moins grande, l'angle de levage varie et les éclats sont à craindre.

Nota : Une barre de limitation de profondeur de passe à l'entrée de la raboteuse borne l'action du porte-outil à ses possibilités. Des rochets antirecul peuvent jouer le même rôle.

LES PRESSEURS

Ils enveloppent le porte-outil et possèdent un dispositif élastique pour épouser les irrégularités d'épaisseur du bois (fig. 72).

Leur rôle est multiple :

1° Maintenir le bois près du porte-outil, en contact avec la table de la raboteuse afin d'annuler les vibrations de celle-ci.

2° Presser le bois pour qu'il ne soit pas soulevé par les arêtes tranchantes du porte-outil et l'effort de levage, s'il y a lieu.

3° Faciliter l'évacuation des copeaux.

Nota : La forme du capot protecteur, dit pare-copeaux, doit tenir compte de la trajectoire d'évacuation des copeaux pour ne pas la contrarier.

On distingue :

a) **le presseur d'entrée dit d'avant.**

Il est du type :

— *monobloc,* lorsque le rouleau d'entrée est monobloc;

— *sectionné,* pour accompagner un rouleau d'entrée sectionné.

b) **le presseur de sortie, dit arrière.** Il est toujours du type monobloc.

Le réglage des presseurs.

Il permet :

— de les éloigner du porte-outil pour laisser le passage aux gros copeaux au cours d'un rabotage grossier,

— de faire varier leur pression sur le bois. Cette pression s'exerce en fonction de l'importance de l'effort de levage.

Elle est donc :

— réduite pour les faibles hauteurs de coupe,

— importante dans le cas contraire.

Un levier permet d'effectuer le réglage.

Une pression exagérée du bois sur la table de la machine freine l'amenage et se traduit par une consommation accrue d'énergie.

Nota : Les raboteuses avec des presseurs réglables sont peu répandues.

LE BÂTI

Le bâti de la raboteuse comme celui de toutes les machines-outils doit répondre aux exigences suivantes :

1° Être lourd afin d'absorber les vibrations.

On n'obtient, en effet, des passes importantes qu'avec des machines lourdes, aux organes soigneusement équilibrés.

2° Permettre l'accès à tous les organes afin de pouvoir les régler, vérifier, graisser et réparer s'il y a lieu.

3° Posséder une buse d'aspiration pour évacuer les copeaux qui nuisent à la qualité du rabotage.

4° Avoir des lignes simples et harmonieuses.

LES DÉGAUCHISSEUSES ET RABOTEUSES D'AUJOURD'HUI ET D'AUTREFOIS

Actuellement, ces machines sont à peu près fixées dans leur conception technique et leur forme. Pourtant, l'étude du corroyage a permis de constater que bien des progrès seraient à faire pour améliorer leur productivité.

Dans la deuxième moitié du XIX^{e} siècle (guère avant 1860) et au début du XX^{e} siècle, les machines à corroyer comprenaient une table tenue par vis et écrou, animée d'un mouvement rectiligne alternatif; la pièce y était fixée comme dans la raboteuse et la fraiseuse des industries mécaniques.

Le plan de coupe était horizontal. Le porte-outil horizontal, réglable en hauteur, fixe en position, était agencé pour recevoir des lames flexibles, disposées en hélice. Leurs arêtes tranchantes devaient se confondre avec la génératrice du cylindre de coupe. On obtenait cela en affûtant les lames après leur montage sur le porte-outil. Cette disposition est encore utilisée pour les tondeuses de l'industrie textile.

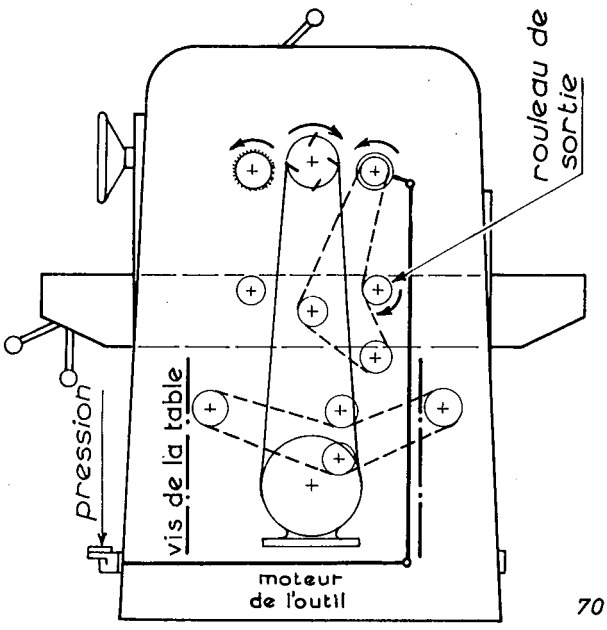
Ce porte-outil, sans grand intérêt pour l'usinage du bois de fil, eut une existence éphémère.

Il fut remplacé par un porte-outil à lames rigides, montées en biais, puis ensuite, selon la génératrice du cylindre de coupe.

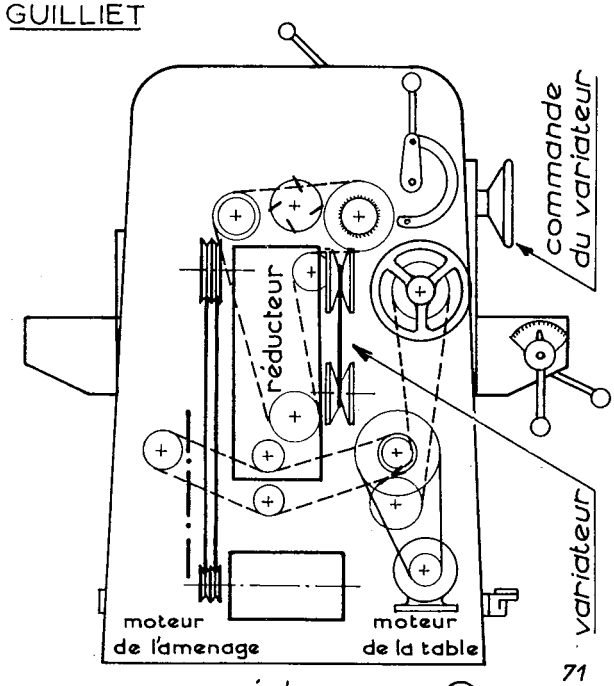
A peu près à la même époque, apparaît une nouvelle machine à plan de coupe vertical. La table support de pièces est toujours animée par un mouvement rectiligne alternatif, mais l'outil de coupe travaille à la manière d'un lapidaire, comme il en est encore utilisé pour dresser le joint des douelles de tonneaux.

L'outil a la forme d'un disque vertical, fixe en position, qui tourne sur lui-même et porte des lames coupantes.

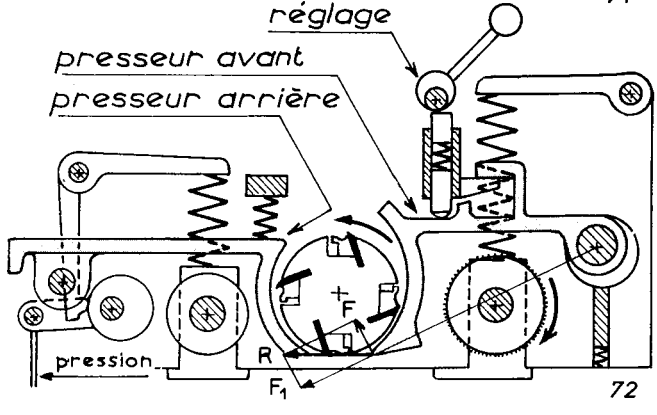
Par la suite, la dégauchisseuse apparaît ainsi que la raboteuse. Elles reposent sur les mêmes principes que les machines utilisées actuellement.



70



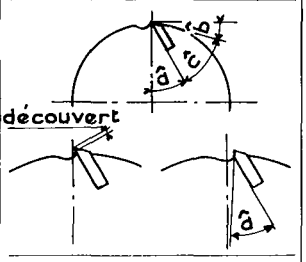
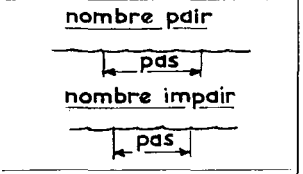
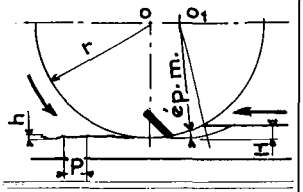
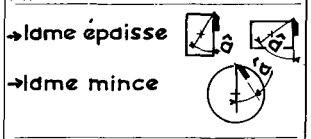
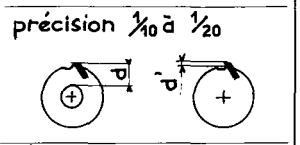
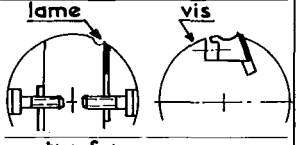
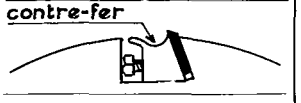
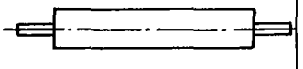
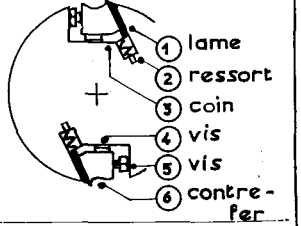
71



72

TABLEAU N° 1

ÉTUDE DES LAMES TRANCHANTES DE CORROYAGE ET LEUR PORTE-OUTIL PAR LA MÉTHODE DE L'ANALYSE FONCTIONNELLE

FONCTIONS	CONDITIONS FONCTIONNELLES	RAISONNEMENT ET SOLUTIONS PARTIELLES	SYNTHÈSE
Soulever de petits copeaux *sur une surface* large ou étroite par un mouvement de rotation d'une arête tranchante perpendiculaire aux fibres du bois, dont la trajectoire est parallèle à ces dernières.	La surface à corroyer doit devenir sécante du cylindre engendré par les arêtes tranchantes qui doivent : • Détacher un copeau plus ou moins épais sans soulever les fibres du bois.	→L'angle d'attaque â est d'une *valeur positive.* — trop faible, l'arête tranchante gratte le bois au lieu de le couper et absorbe une force motrice importante. — trop grande, l'arête tranchante soulève les fibres du bois avec une force motrice réduite. →Valeur de â en fonction de la nature du produit à usiner : bois dur 30°, mi-dur 35°, tendre 40°. →L'arête tranchante est parallèle à l'axe de rotation. On n'utilise pas une arête hélicoïdale difficile à agencer sur le porte-outil et à affûter. →Rôle du contre-fer. Il est complémentaire de â. Il s'use vite si le découvert est faible, il ne sert à rien si le découvert est important. On utilise un découvert de 1 à 2 m. →Un contre-biseau peut modifier la valeur de â.	
	• Réaliser de petites ondes qui permettent ultérieurement un ponçage économique	→Relation entre le nombre des arêtes tranchantes, leur vitesse linéaire et la vitesse d'amenage pour détacher un copeau d'épaisseur minimum. →Le nombre de lames tranchantes — amenage manuel, 2 ou 3, amenage automatique, 3 ou 4 et plus. →Dépend du mode d'amenage. →Du diamètre du cylindre de coupe. →Du travail intermittent des lames. →Du pas uniforme de l'outil : ondes toutes semblables.	
	• Résister à l'usure.	→Abrasivité des produits usinés. →Valeur de l'angle de plein bec c : la plus grande possible. →Qualité des arêtes tranchantes : acier au chrome, acier wolfram ou chrome-molybdène. →Qualité d'affûtage des arêtes tranchantes. →Précision du réglage des lames tranchantes. →Relation entre la vitesse linéaire des arêtes tranchantes et la vitesse d'amenage et de l'épaisseur minimum du copeau.	
	Le porte-outils organe de rotation des lames tranchantes doit : • Servir de support à ces lames pour leur donner un angle d'attaque convenable.	→Forme du porte-outil : — serrage externe : lame agencée sur le petit côté ou le grand côté du prisme rectangulaire, d'où â trop petit ou trop grand. — serrage interne : *â n'est pas lié à la forme du porte-outil.*	
	• Créer une même enveloppe de coupe pour toutes les arêtes tranchantes.	→Affûter les lames sur le porte-outil. →Mettre les lames en place avec un appareil de réglage ayant pour surface de référence : — *l'axe du porte-outil (d).* — la surface d'enveloppe du porte-outil (d'). →Vérification à l'aide d'un comparateur.	
	• Assurer une fixation énergique des lames tranchantes sans favoriser des bruits gênants.	→Les lames ont tendance à être arrachées de leur support par la force centrifuge, les chocs, les vibrations. →Serrage externe à pince. →Serrage interne à coins : — rainure favorise les bruits causés par le laminage de l'air.	
	• Expulser les copeaux.	→Ajustement précis de la lame avec la surface d'appui du porte-outil. →Forme et poli du contre-fer.	
	• Avoir un équilibrage parfait.	→ Equilibrage cinétique : — forme du porte-outil facile à usiner avec précision. →Roulements à billes sans jeu.	
	• Avoir une certaine solidité pour résister aux efforts de coupe.	→Diamètre du *porte-outil en relation avec sa longueur.* →Masse énergique. →Nature du métal le rend capable de résister au travail, au choc des arêtes tranchantes.	→ ø 100 à 120 mm → acier allié, chrome nickel.
	• Fournir un cylindre de coupe d'un diamètre convenable afin d'améliorer l'aspect des ondes.	→Avec un porte-outil de : — petit diamètre : hauteur des ondes est trop importante, angle de dépouille trop grand — talonnage. — diamètre trop grand, l'effort de coupe tend à soulever les fibres du bois. Dépouille réduite.	
	• Consommer une force motrice acceptable. Assurer la productivité de la machine.	→Graissage périodique des roulements à billes. →Valeur de â adaptée au produit à usiner. →Profondeur de passe réduite pour éviter les éclats. →Vitesses linéaire et d'amenage rationnelles.	

Remarque : Il existe d'autres solutions possibles.

TABLEAU N° 2

EXERCICE D'OBSERVATION AUTOUR D'UN DÉMONTAGE ET D'UN REMONTAGE DE LAMES TRANCHANTES SUR LEUR SUPPORT (travail individuel de recherche).

L'élève procède à l'examen de l'outil et répond par écrit dans la colonne (3) aux questions de la colonne (2). Le maître apporte des corrections dans la colonne (4).

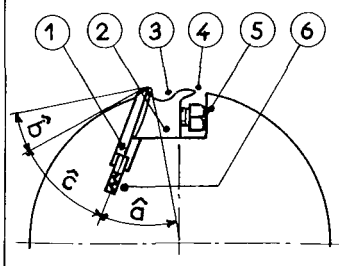
TYPE D'OUTIL	QUESTIONS	RÉPONSES	CORRECTIONS
 **LEGENDE** ① Lame tranchante. ② Coin de serrage. ③ Contre-fer. ④ Languette réductrice de la rainure de section conique. ⑤ Vis de serrage. ⑥ Ressort.	1° Caractéristiques de la lame. a) Quelle est la valeur de l'angle $\hat{c}$? b) Quelle est la qualité du poli du biseau, pourquoi cette qualité? c) L'arête tranchante est-elle parfaitement droite quand la lame n'est pas serrée? Justifiez vos constatations. d) La planche a-t-elle été déformée à l'affûtage? 2° Montage de la lame. a) Les surfaces de contact lame et porte-outil sont-elles bonnes? pourquoi? comment? b) La saillie de la lame est-elle correcte? c) L'arête tranchante est-elle parallèle à la génératrice du cylindre qui enveloppe le porte-outil? Pourquoi doit-elle être parallèle à la rainure? d) Comment obtenir ce parallélisme? e) Pourquoi la section de la rainure est-elle conique? f) Comment l'action de la vis produit-elle le serrage de la lame contre la surface d'appui? g) Pourquoi la clé de serrage de la vis possède-t-elle un bras de levier assez court? h) Comment le contre-fer devient-il usé? 3° Comment procéder à la vérification du montage de la lame?	Quelques réponses à titre indicatif : $\hat{a} + \hat{b} = 35° + 15° = 50°$ $\hat{c} = 90° - 50° = 40°$ →Risques de déformer le porte-outil. →Usure provoquée par la pierre à l'huile. →Cale en bois sur la table de la machine.	→Ne pas utiliser de tube en fer comme rallonge. →Bannir l'emploi de la pierre à l'huile. →Comparateur fixé sur un socle métallique.

TABLEAU N° 3

EXERCICE D'EXPÉRIMENTATION SUR LES ÉTATS DE SURFACE

CONDITIONS DE L'EXPÉRIENCE	DÉROULEMENT DE L'EXPÉRIENCE	CONSTATATION DU RÉSULTAT	REMARQUES
Machine à amenage mécanique. RABOTEUSE. Caractéristiques. • Porte-outil muni de 4 lames. • Arêtes équidistantes et parallèles à l'axe de rotation. • Vitesse de coupe : 40 m/s. • Profondeur de coupe : 1 mm.	1° L'expérience consiste à faire varier la vitesse d'amenage. a) Régularité des ondes. Vitesse d'amenage : • normale : 20 m/mn. • lente : 10 m/mn. • rapide : 60 m/mn. b) Qualité du corroyage avec une vitesse d'amenage : • normale. • lente. • rapide. 2° Expérience avec le réglage défectueux d'une arête tranchante : a) Trop sortie, mais parallèle à l'axe de rotation. b) Trop rentrée, mais parallèle à l'axe de rotation. c) Non parallèle à l'axe de rotation.	Premier résultat : a) Importance et régularité des ondes. →Elles sont régulières si l'amenage ne patine pas. Largeur de l'onde : l. →Elles sont de largeur réduite : 1 mm. Largeur plus petite que l/2. →Elles sont de largeur importante. Largeur : 3 l. b) Qualité de l'état de surface : →les fibres sont coupées. →les fibres sont raclées. →les fibres sont soulevées. Deuxième résultat : →Une onde beaucoup plus longue que les autres et plus profonde. →Une onde plus étroite et moins profonde que les autres. →Une onde conique qui se reproduit régulièrement.	→Appareil de réglage peu précis.

CONSEILS PÉDAGOGIQUES

On peut faire une analyse fonctionnelle, un exercice d'observation ou d'expérimentation sur bien d'autres problèmes techniques.

Ces tableaux se proposent d'entraîner les jeunes gens à la pratique d'une réflexion méthodique personnelle; il est bon de les utiliser en montrant aux élèves que les diverses colonnes correspondent à des nécessités de méthode.

LE MORTAISAGE

Cette opération consiste à entailler le bois de façon à créer un logement qui reçoit une pièce de bois généralement amincie, appelée le tenon. La mortaise et le tenon servent à assembler les pièces de bois entre elles (fig. 73-74).

Les mortaises peuvent être perpendiculaires ou obliques dans une ou deux directions par rapport aux faces de la pièce de bois.

Les outils utilisés pour effectuer ce travail sont divers, mais tous les systèmes de coupe ont une trajectoire de pénétration identique, excepté dans certains cas, ex. : le mortaisage avec des couteaux vibrants.

Nota : Les mortaises sont caractérisées par leurs dimensions : largeur, profondeur et longueur. Ces dimensions correspondent à l'épaisseur, à la largeur et à la longueur des tenons.

LES MORTAISEUSES A MÈCHE HORIZONTALE

Ces machines reproduisent mécaniquement le travail manuel du charpentier qui perçait les mortaises avec une tarière.

L'outil de coupe, une mèche, est animée de deux mouvements : l'un circulaire et mécanique, l'autre de pénétration, souvent manuel et parfois mécanique.

La pièce à mortaiser est placée perpendiculairement à l'outil et fixée sur une table horizontale.

Les mortaiseuses à mèche permettent d'exécuter des mortaises d'une largeur comprise entre 5 et 40 mm, de petite ou très grande longueur. Pour une largeur inférieure à 5 mm, les mèches cassent et les mortaises sont peu soignées.

La profondeur des mortaises est proportionnée aux dimensions de leur orifice.

L'exécution des mortaises de section rectangulaire se fait en trois opérations (fig. 75, 76, 77, 78) :

— *d'abord, le perçage d'une série de trous sécants,*

— *puis, le nettoyage de la mortaise* par un mouvement de translation latéral, appelé le chariotage.

— *enfin, l'équarissage des abouts avec les machines manuelles.*

Nota : Les mortaiseuses automatiques effectuent des mortaises aux abouts demi-cylindriques.

LES OUTILS DE COUPE

1° Les mèches.

Deux types sont utilisés :

a) **les mèches à profil constant** (fig. 79). Elles présentent des rainures hélicoïdales. Les rainures ou goujures facilitent l'évacuation des copeaux. Elles doivent être lisses pour remplir cet office.

L'entraîneur ou queue des mèches peut être :

— *cylindrique, épaulé ou non.*

— *conique.*

— *ou encore fileté.*

Les mèches se font :

— *en acier au nickel-chrome* pour une petite production;

— *en acier à forte teneur de tungstène* (14 à 18 %) pour rester insensibles à l'échauffement causé par un usinage intensif.

Les mèches aux gougures hélicoïdales sont conçues pour travailler *en bout*. La génératrice du cylindre de coupe est alors curviligne.

Ces mèches présentent deux sortes d'angles :

— ***un angle d'attaque :***

en bout (â), déterminé par l'inclinaison invariable de la rainure hélicoïdale. On l'appelle encore angle d'inclinaison de l'hélice. Compris entre 18 et 25°, cet angle favorise l'évacuation des copeaux lorsque les trous sont profonds.

latéral (â'), positif, qui intéresse les deux lèvres de guidage ou listeaux. Celles-ci guident la mèche dans le trou et coupent les peluches du bois.

On mesure le diamètre des mèches sur les listeaux.

— ***un angle de pointe.*** L'inclinaison des arêtes tranchantes sur l'axe de la mèche conditionne leur pénétration. La dépouille des arêtes tranchantes est de 4 à 5° par rapport à la surface hélicoïdale des goujures. L'angle de pointe est compris entre 100 et 130°.

Nota : Les mèches laminées tordues à chaud n'ont pas la qualité des mèches fraisées.

Remarques. Les mèches hélicoïdales présentent un inconvénient : il est impossible d'affûter les arêtes tranchantes des rainures.

Action des arêtes tranchantes de la pointe des mèches.

On constate, parfois, au fond d'un trou, une trace brunâtre. Cela est dû à ce que l'angle d'attaque et la dépouille de l'arête centrale issue de l'âme de la mèche sont nuls. On y remédie en diminuant d'épaisseur l'âme des grosses mèches au voisinage de la pointe; l'effort de pénétration de la mèche s'en trouve amoindri.

b) **les mèches à profil déformable** (fig. 80, 81). Elles présentent des goujures droites et en conséquence, la génératrice du cylindre de coupe est rectiligne. Ces mèches sont utilisées avec les mortaiseuses automatiques ou semi-automatiques.

Elles possèdent :

— ***un angle d'attaque :***

en bout, nul; mais l'effort de pénétration est assez important pour percer des trous sécants. Cet inconvénient est largement compensé par la coupe latérale de la mèche.

latéral, qui est positif, de valeur assez importante. Cet angle permet à la mèche de couper sur le côté avec un mouvement de chariotage. L'effort de translation exercé sur la mèche doit s'accompagner d'un mouvement :

assez rapide pour couper les bois tendres.

assez lent pour couper les bois durs sans risquer de casser l'outil.

— ***un angle de pointe de 110° environ,*** mais nul lorsque les trous sont à fond plat.

Nota : Les mèches à rainures droites peuvent avoir des encoches dites brise-copeaux, placées :

— *sur leurs arêtes tranchantes,*

— *ou sur leur lèvre-guide.*

Nota : On utilise également les mèches à une ou deux coupes pour le défonçage. Elles conviennent bien pour le perçage des petites mortaises avec les machines automatiques.

Flexibilité latérale ou flambage des mèches.

L'axe d'une mèche ne reste pas toujours dans sa position initiale. Au cours du travail, la mèche est sollicitée par des efforts mécaniques qui dépassent parfois sa propre résistance.

Les causes suivantes influent sur la tenue de l'outil :

— *la nature du bois.*

Les mèches ont tendance à dévier quand elles attaquent des bois hétérogènes et les nœuds. On dit que le trou « coule » vers les zones de moindre résistance.

— *l'effort de pénétration.*

La résistance de l'outil est fonction :
du rapport entre sa longueur et son diamètre,
de la profondeur des goujures qui réduisent la section de la mèche.

— *l'affûtage de la mèche* (fig. 82, 83).

S'il est mauvais, l'effort de coupe qui agit sur les deux arêtes tranchantes n'est pas équilibré. Il en résulte que le trou est d'un diamètre supérieur à celui de la mèche.

— *le fait que les arêtes tranchantes* de la mèche attaquent une surface oblique par rapport à l'axe de rotation. Tour à tour, chaque arête tranchante est soumise aux efforts de coupe, si bien que la mèche fléchit et le trou est dévié.

2° *Les bédanes équarrisseurs* (fig. 84, 85).

Ils sont à double tranchant avec :

— *un angle de dépouille de 2°,*

— *un angle de bec de 25°,*

— *un organe de fixation conique.*

Les bédanes travaillent par percussion manuelle.

Ils exigent un effort de pénétration variable :

— **assez grand,** lorsque les bois sont tendres et l'outil de faible largeur,

— **très important,** lorsque les bois sont durs, même avec un petit outil. On observe que l'effort de pénétration est incompatible avec la productivité de la machine.

Les causes de ces faits sont :

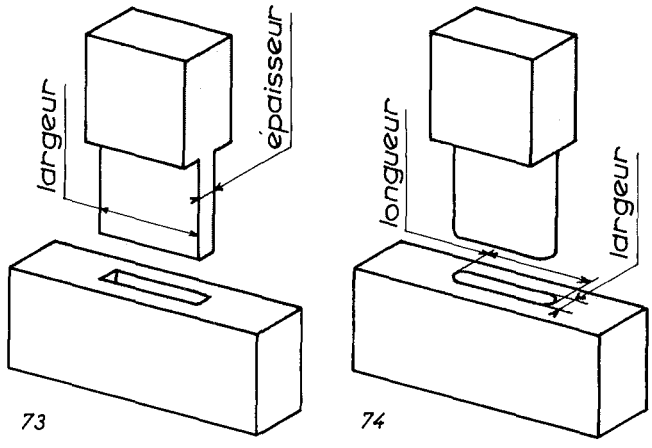
a) **le frottement de l'outil sur le bois,**

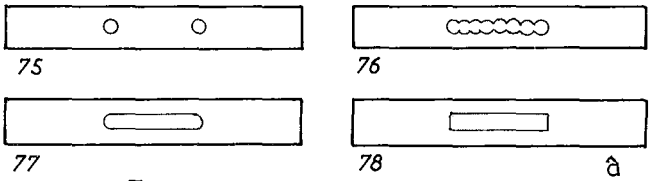
b) **la valeur de l'angle de bec,**

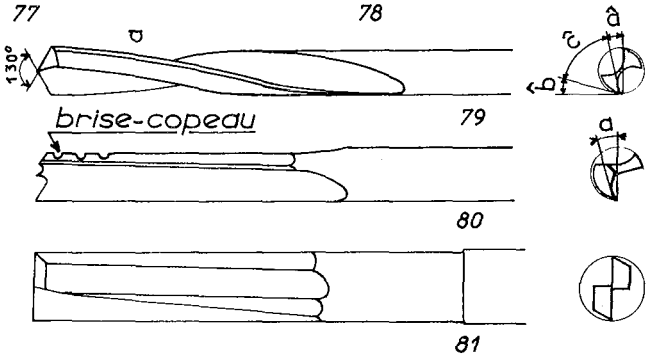
c) **la résultante de deux forces** qui ne permet pas de tailler une mortaise d'équerre,

d) **le dégagement défectueux des copeaux** qui se trouvent comprimés entre les deux couteaux.

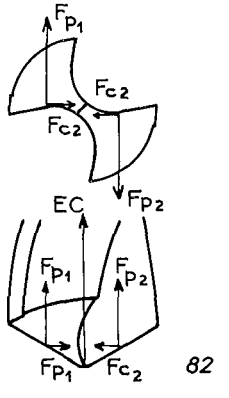
Remarque. Les bédanes équarrisseurs ont disparu dans les ateliers à caractère industriel.



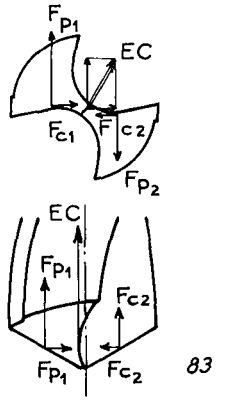


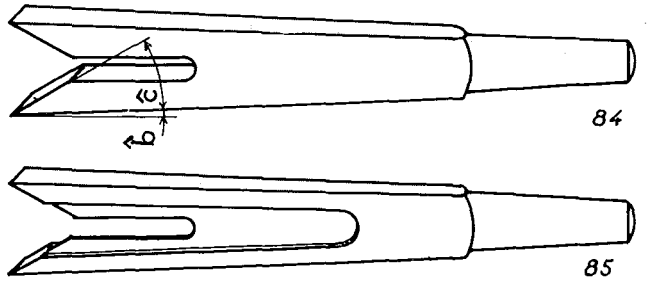


Efforts équilibrés



Efforts non équilibrés





LES MACHINES

Il existe deux types de machines :

1° La mortaiseuse manuelle (fig. 86).

Elle possède :

— *un outil rotatif* animé d'un mouvement de pénétration manuel qui donne la profondeur de la mortaise,

— *une table support de pièces* animée d'un mouvement de translation latérale qui détermine la longueur de la mortaise. Ce mouvement est effectué à la main.

La mortaiseuse manuelle est réservée au travail artisanal en raison de sa faible productivité.

Nota : On emploie aussi cette machine comme perceuse.

2° Les mortaiseuses automatiques ou semi-automatiques.

Elles possèdent :

— *un outil rotatif* animé d'un mouvement de translation latéral automatique qui délimite la longueur de la mortaise. La mèche ne présente pas de mouvement de pénétration axiale.

— *une table support de pièces* animée d'un mouvement de translation dirigé vers la mèche qui creuse les mortaises en profondeur.

Ce mouvement peut être :

a) **manuel** pour les machines semi-automatiques (fig. 87-89).

b) **mécanique** pour les machines automatiques. On l'obtient par un système hydraulique ou pneumatique.

Ces machines robustes sont très précises et favorables à une grande productivité de l'entreprise. Le poste de travail est unique ou double.

Nota : Ces mortaiseuses peuvent également servir comme perceuses.

LES SUPPORTS D'OUTILS

1° Pour les mèches, le support est constitué par une broche motrice.

Elle peut être animée d'un mouvement de translation :

axiale. C'est le cas des mortaiseuses manuelles. La mèche est agencée sur un chariot que l'on déplace généralement à la main par l'intermédiaire d'un levier. Un secteur denté et une crémaillère assurent la liaison entre le coulisseau et le levier.

Un système de blocage de la broche porte-mèches permet le montage et le démontage des mèches.

a) **les conditions exigées du chariot.**

Il doit :

— *être dans un plan parallèle à la table support de pièces,*

— *coulisser aisément et sans jeu.* Dans le cas contraire, la qualité du mortaisage laisse fortement à désirer et les mèches fatiguent beaucoup. De plus, un frottement exagéré réclame un effort de pénétration des mèches incompatible avec la résistance musculaire de l'utilisateur.

— *être concu* de façon que l'on puisse réduire sa course en avant au moyen de butées qui limitent la profondeur des mortaises.

— *assurer une liaison rapide et énergique entre la mèche et la broche motrice.*

b) **les organes de fixation de la mèche.**

Ils doivent assurer :

— *un bon centrage de la mèche,*

— *un serrage énergique* de celle-ci pour qu'elle résiste aux effets de percussion et aux vibrations dans certains bois.

Ces deux conditions sont réalisées :

— *bien,* avec les pinces élastiques,

— *assez médiocrement,* avec les mandrins à deux mors.

latérale. C'est le cas des mortaiseuses automatiques et semi-automatiques (fig. 88, 90). Le support d'outil, fixe en position axiale, se déplace latéralement grâce à un système de bielles. Celles-ci impriment un mouvement oscillatoire à la mèche, d'une amplitude qui correspond à la longueur de la mortaise.

2° Pour les bédanes, le support se présente sous la forme d'un coulisseau que l'on déplace à la main au moyen d'un levier. Un cône, non normalisé, assure la liaison entre le bédane et le coulisseau.

Cette liaison doit permettre :

a) **de placer les arêtes tranchantes** perpendiculairement à la table porte-pièces, l'axe du bédane parallèlement à cette même table.

b) **de réaliser le serrage du bédane** sans que soit détruit son organe de fixation.

Nota : La forme, la position des leviers de manœuvre de la mèche et du bédane influent sur la productivité de la machine.

VITESSE LINÉAIRE DES MÈCHES

Les vitesses acceptables en mortaisage sont :

— *de 2 m/s pour les bois durs,*

— *de 2,5 m/s pour les bois tendres.*

Cela explique que la mortaiseuse à mèche possède souvent deux vitesses.

Remarque. La vitesse de coupe des mèches est :

— *maximum en périphérie,*

— *nulle à l'axe.*

VITESSE DE PÉNÉTRATION DES MÈCHES

Elle est sensitive pour les machines manuelles. Elle varie selon le diamètre de la mèche et la nature du bois : tendre ou dur, vert ou sec.

On exprime la vitesse de pénétration des mèches par tour d'outil. Selon l'importance des travaux, elle est de :

— *0,5 mm, 1 mm ou 1,50 mm par tour d'outil,*

— *ou 5 à 40 mm/seconde.*

L'ORGANE DE COMMANDE DE LA BROCHE

La commande de la broche porte-mèches se fait à l'aide d'un moteur électrique qui peut être :

1° Placé à l'intérieur du bâti et relié à la broche par une courroie qui s'enroule sur des poulies, d'un diamètre propre à communiquer à la mèche une vitesse linéaire convenable.

2° Bloqué sur la broche.

Cette dernière solution présente des inconvénients :

a) **le poids du moteur** entrave le déplacement du chariot porte-mèches des machines manuelles.

b) **la vitesse linéaire** qui convient pour la mèche est difficilement atteinte. Elle est :

— *trop faible* avec un moteur asynchrome B.T. à 50 Hz, 2 800 tr/mn à quatre pôles.

— *bonne* avec un moteur alimenté par un groupe convertisseur de fréquence; mais c'est là un moyen coûteux.

LE SUPPORT DE PIÈCES ET SES ACCESSOIRES

La table support de pièces doit répondre aux exigences suivantes :

1° ***Être perpendiculaire à la mèche*** et dans un plan horizontal parallèle à celui de la broche.

Nota : Généralement, la table des mortaiseuses à mèche ne comporte pas de réglage angulaire permettant l'exécution de mortaises obliques sur la face de référence des pièces de bois.

2° ***Assurer, sans jeu, un mouvement de translation de la pièce.***

Ce mouvement détermine deux dimensions des mortaises :

a) **leur longueur,** lorsque la machine est manuelle. Des butées de table éclipsables peuvent limiter sa course. On s'en sert pour réaliser les mortaises sans tracé préalable.

b) **leur profondeur,** lorsque la machine est automatique. Des butées limitent la course de la table qui assure la profondeur de la mortaise.

3° ***Être réglable en hauteur.***

Cela est facilité parfois par la lecture d'une règle graduée. Un système de blocage fixe la position de la table.

4° ***Être muni d'un guide*** et d'une butée pour localiser une pièce large ou étroite, d'équerre ou non sur la table. On donne au guide une forme appropriée pour qu'il n'entre pas en contact avec la mèche.

5° ***Posséder un vérin de serrage*** des pièces, à vis ou pneumatique.

ASPECT GÉOMÉTRIQUE DES MORTAISES

On distingue les mortaises :

1° ***Découvertes,*** dites débouchantes.

a) **leurs abouts peuvent être :**

— *arrondis* lorsque les machines sont automatiques.

Nota : Certaines tenonneuses exécutent des tenons aux champs arrondis.

— *ou droits;* mais ils sont rarement d'équerre, car l'action de percussion du bédane ne donne pas un travail très précis.

b) **les faces latérales** présentent toujours une série d'ondulations plus ou moins importantes selon :

— *le mode d'action de la mèche,*

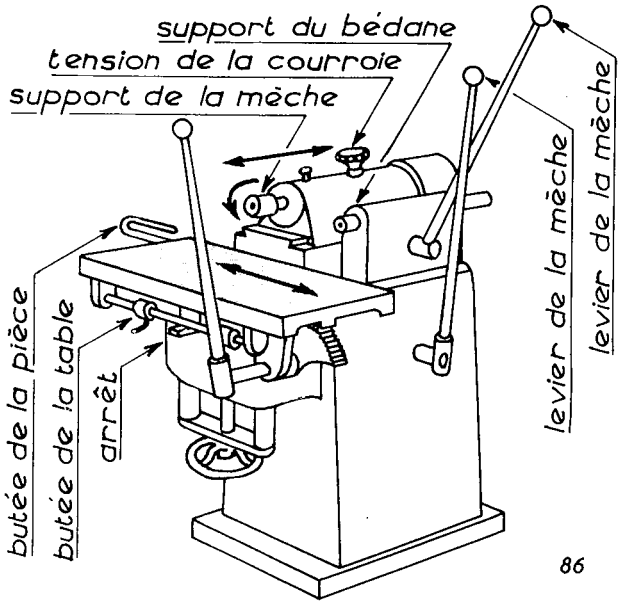
— *l'état des arêtes tranchantes* et le jeu de fonctionnement du chariot,

— *la profondeur de la mortaise* réalisée en une fois lorsque la pièce est très étroite, en deux fois lorsque la pièce est large.

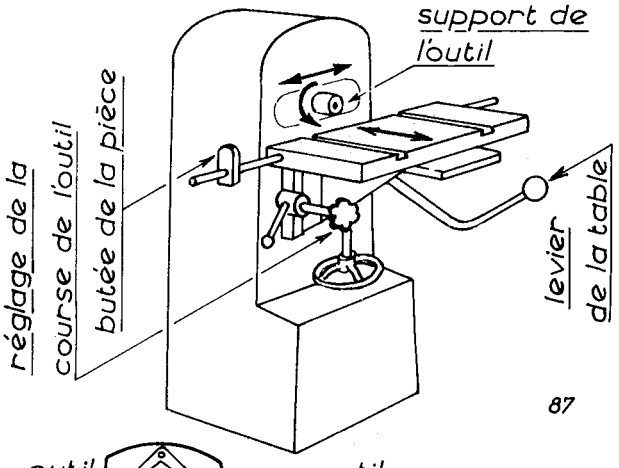
2° ***Recouvertes,*** dites borgnes.

Elles se présentent avec un fond presque plat; cela permet de conserver au tenon une longueur maximum. Aussi cet assemblage offre-t-il des garanties de solidité.

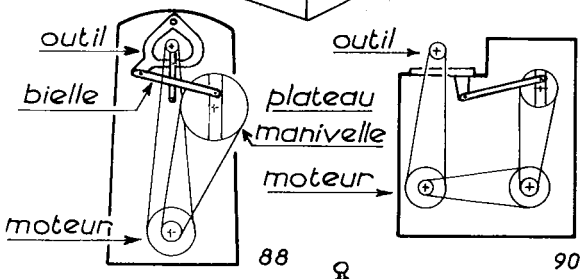
Nota : On trouvera au chapitre du perçage quelques valeurs de la pénétration et de la puissance possible des mèches.



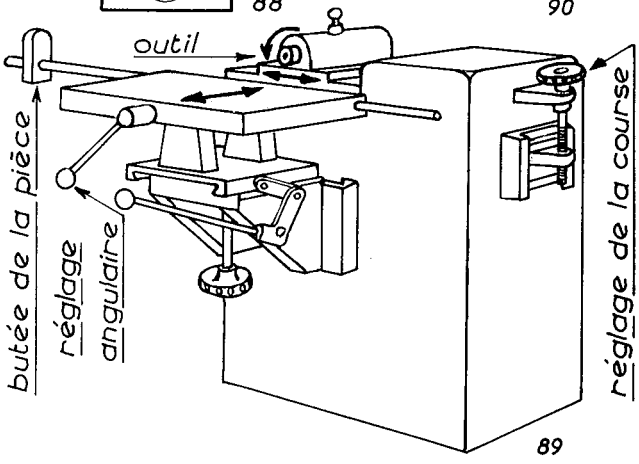
86



87



88 90



89

LA MORTAISEUSE A CHAÎNE VERTICALE

L'outil de coupe est constitué par les arêtes tranchantes que portent les maillons d'une chaîne animée d'un mouvement *rectiligne et circulaire sur ses supports*. L'outil est disposé sur un chariot.

La pièce à mortaiser repose sur une table horizontale, mobile, que déplace un cabestan manœuvré à la main.

La production de la mortaiseuse à chaîne est cinq fois celle de la mortaiseuse manuelle à mèche à la condition suivante : les dimensions d'enveloppe de la chaîne et du porte-outil doivent correspondre à celles de la mortaise.

L'usinage de la mortaiseuse à chaîne n'est pas très précis, mais sa production est importante. Cette machine permet d'exécuter en une seule opération des mortaises d'une largeur comprise entre 5 et 32 mm et d'une longueur qui varie entre 20 et 76 mm. On utilise également la mortaiseuse à chaîne pour pratiquer le logement des serrures et des charnières.

La pénétration de la chaîne dans le bois est, suivant la conception de la machine :

— *sensitive* (fig. 91). L'opérateur règle la vitesse de pénétration de la chaîne dans le bois selon sa résistance de coupe.

On réserve les machines ainsi conçues à la petite industrie.

— *automatique (photo GUILLIET, page 37)*. Dans ce cas, les mortaiseuses servent à l'usinage industriel des bois. On élimine ainsi les maladresses de l'opérateur qui risquent de détériorer l'outil, et de ralentir la productivité de la machine.

Le *mouvement du chariot porte-outil* est pneumatique et commandé par une pédale.

Il peut entraîner :

a) **un outil.**

b) **ou plusieurs outils** lorsque l'on se propose de réaliser toutes les mortaises d'une pièce de bois à la fois. La machine comporte alors un certain nombre de têtes que l'on peut *éloigner ou rapprocher à volonté* les unes des autres sur le banc de la mortaiseuse *(photo GUILLIET, page 43)*.

Nota : Il existe des mortaiseuses à chaîne horizontale. Les machines portatives sont réservées aux charpentiers.

L'OUTIL ET LE PORTE-OUTIL

1° L'outil (fig. 92).

Il est constitué par une chaîne sans fin, dite de Galle, aux maillons munis d'arêtes tranchantes détalonnées latéralement.

Les chaînes sont en acier nickel-chrome pour résister aux efforts de coupe et aux échauffements.

Elles sont caractérisées par :

a) **le pas,** soit la distance comprise entre deux axes d'articulation consécutifs. Le pas est exprimé en pouces anglais.

b) **l'épaisseur** qui correspond à la largeur de la mortaise.

Nota : On règle l'épaisseur du tenon d'après les dimensions de la mortaise.

c) **le nombre des maillons.** Il varie avec la longueur et la forme du porte-outil dit guide-barre.

Angles caractéristiques des chaînes :

— *angle d'attaque* $(\hat{a})$: 5 *à* 6°. Il peut être augmenté ou diminué selon la dureté des bois.

— *angle de dépouille* $(\hat{b})$: 8 *à* 10°.

— *angle de bec* $(\hat{c})$: 74 *à* 77°.

Nota : La machine étant au repos, on conserve les chaînes, guides, et pignons à plat ou de préférence suspendus dans un bac en zinc rempli d'huile.

La chaîne, le guide et le pignon constituent un tout qu'il ne faut pas mélanger avec les éléments d'une autre chaîne de mortaisage, si l'on veut éviter une usure prématurée.

2° Le guide-barre (fig. 93).

Son rôle est de donner :

a) **à la chaîne,** de la rigidité et de la tension.

b) **à la mortaise,** sa longueur et sa forme.

Le guide-barre est en acier nickel-chrome pour résister à l'usure et l'échauffement.

Il possède :

— *latéralement*, des nervures de guidage qui s'assemblent avec le dos des maillons de la chaîne,

— *à son extrémité inférieure*, un galet fou sur lequel vient s'enrouler la chaîne,

— *à son extrémité supérieure*, une boutonnière de réglage et de fixation,

Grâce aux nervures, la chaîne a un déroulement rectiligne sans déplacement latéral. Cela permet d'obtenir une mortaise de largeur constante. L'engagement des maillons dans les nervures est facilité par une légère conicité supérieure du guide-barre.

Le galet supporte l'effort radial de pénétration. A cet effet, son axe est monté sur des rouleaux. Le diamètre du galet est légèrement supérieur à la largeur du guide *pour* :

— *annuler* en partie le flottement du brin mené dit brin lâche de la chaîne,

— *et procurer* des mortaises de longueur constante.

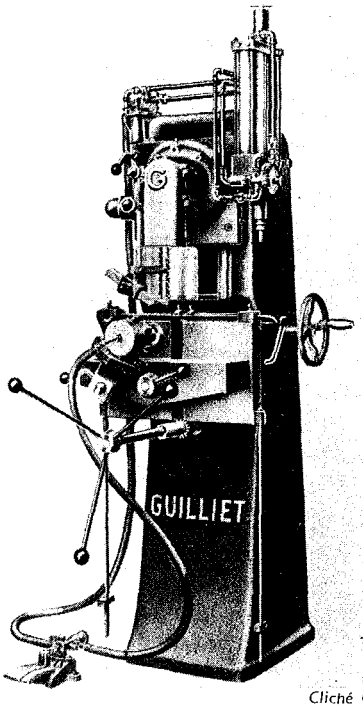
Au cours du travail, le galet et la chaîne doivent être graissés périodiquement en fonction du travail à exécuter. En pratique, le graissage s'effectue entre les opérations de mortaisage. Il est bon d'éviter qu'il soit trop abondant pour ne pas nuire à l'aspect des usinages et l'adhérence de la colle.

Le graissage se fait :

— *soit avec une pompe à main* en injectant de l'huile dans le graisseur du galet; en même temps, on laisse tomber une goutte d'huile entre la chaîne et le guide.

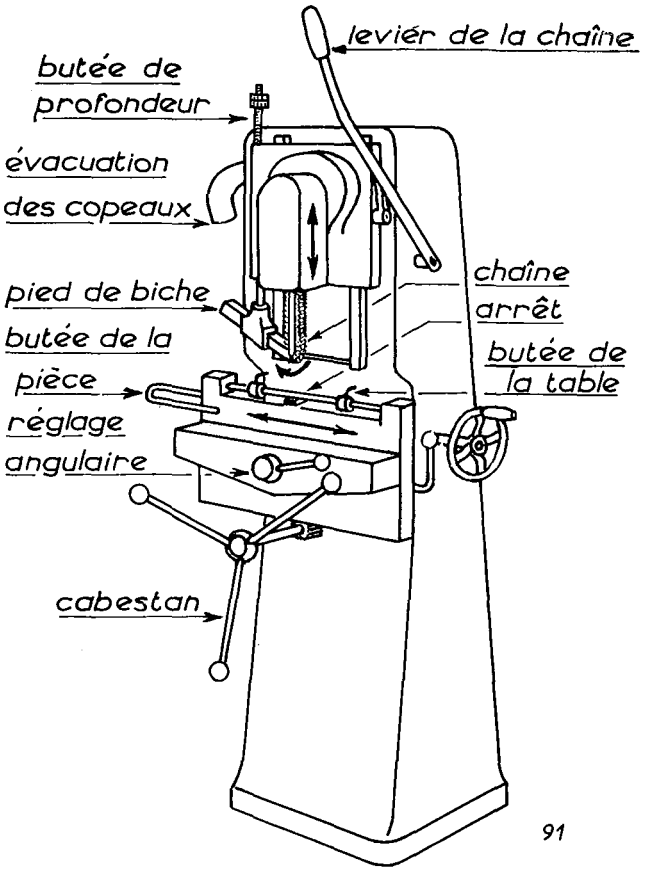
— *soit automatiquement.*

Malgré le graissage, les efforts de coupe et les poussières usent rapidement le galet. Cela se manifeste par le frotte-

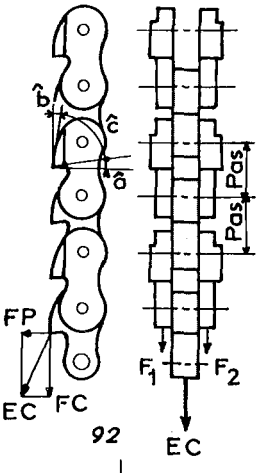


Cliché GUILLIET-AUXERRE.

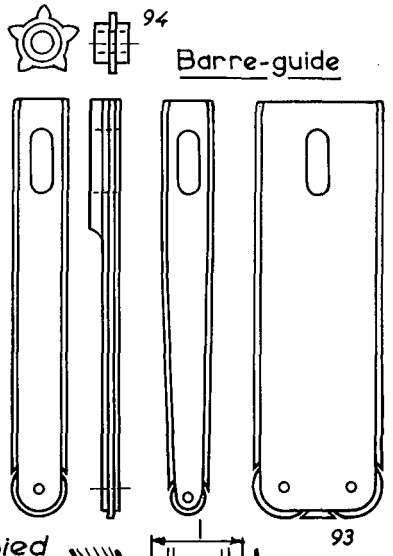
LARGEUR DES MORTAISES en mm	PAS : 22,6 mm SÉRIE NORMALE — LONGUEUR DES MORTAISES en mm	PAS : 16,2 mm SÉRIE MOYENNE — LONGUEUR DES MORTAISES en mm	PAS : 13,7 mm PETITE SÉRIE — LONGUEUR DES MORTAISES en mm
5		30	20 22 25 28
6		30	20 22 25 28
8 9,5 10	38 42 45 50	30	20 22 25 28
11	38 42 45 50	22 25 28 30 32	19
12	38 42 45 50	22 25 30 32	19
12,5 14	38 42 45 50	22 25 30 32	19
16	38 45 50 58	22 25 30 32	
18 19 20	38 45 50 58 65		
22	58 65		
25	50 65 76		

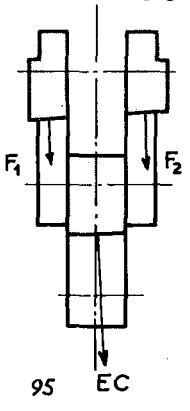


91

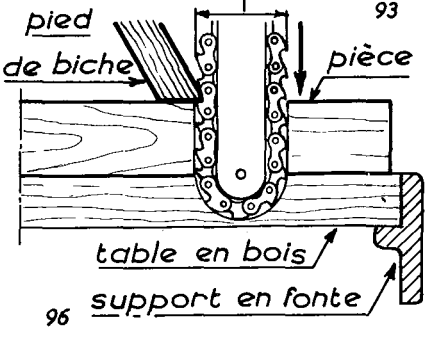


92





95



96

ment des maillons sur les joues latérales des nervures de guidage. On y remédie en remplaçant le galet ancien par un neuf après avoir enlevé le flasque de fixation.

Nota : Le guide-barre fatigue peu et son usure est très lente.

LE SUPPORT D'OUTIL

Il est constitué par un pignon d'entraînement claveté sur l'arbre porte-outil (fig. 94). Le diamètre, le nombre des dents sont tributaires du pas de la chaîne et de la largeur du guide-barre.

Un aspirateur de copeaux est disposé sur l'arbre-porte pignon. Il joue un rôle utile, mais la distance comprise entre la buse d'aspiration (carter protecteur de la chaîne) et la pièce usinée entrave son efficacité.

L'EFFORT DE COUPE ET LE TRAVAIL DE LA CHAÎNE

On remarque qu'une chaîne au travail :

*1° **Pénètre dans le bois*** sous l'effet d'un certain effort.

L'effort de coupe est la résultante de deux forces : l'une radiale de pénétration, l'autre tangentielle de coupe.

Il varie avec :

a) **la dureté et le degré d'humidité des bois,**

b) **l'état des arêtes tranchantes :** l'effort est grand avec des arêtes usées et d'inégale longueur.

Nota : L'affûtage des chaînes doit être fréquent.

L'effort de pénétration de la chaîne :

— *s'exerce radialement sur le galet*, mais ne doit jamais s'exercer latéralement sur le guide. Le travail de chariotage est donc impossible à réaliser. Lorsque la mortaise est plus longue que la largeur de la chaîne, on relève l'outil et l'on déplace la pièce une ou plusieurs fois sur la droite pour agrandir la mortaise sur la gauche.

Nota : Le travail latéral d'une chaîne provoque un échauffement et une usure anormale du guide-barre.

*2° **Peut dévier sur le côté.***

Dans ce cas, la mortaise n'est pas parallèle à la face de référence. Cela résulte d'une composante latérale qui existe :

— *lorsque les arêtes tranchantes sont obliques* par rapport à l'axe d'épaisseur de la chaîne (fig. 95),

— *ou par suite de l'usure des articulations de la chaîne,*

— *ou encore dans le cas d'une usure excessive du guide-barre.*

*3° **Peut éclater l'about de la mortaise.***

Une chaîne montée correctement :

a) **s'enroule sur le pignon** et le galet du guide-barre avec un certain jeu,

b) **puis, s'échauffe et s'allonge au travail.**

Il en résulte que la chaîne présente :

— *un brin qui mène, dit tendu.*

— *un brin qui est mené, dit lâche.* Celui-ci provoque des battements plus ou moins importants de la chaîne, d'où des à-coups brutaux à redouter; des arrachements affectent la précision des mortaises.

Pour éviter cela, on travaille avec le brin tendu de la chaîne, mais le brin lâche éclate l'about des mortaises à sa sortie de coupe.

On remédie à cet inconvénient en adoptant un presseur, dit pied de biche, qui exerce sur le bois une pression supérieure à la force d'arrachement de la chaîne (fig. 96).

Nota : Le presseur est rapidement mis hors d'usage par la chaîne et son remplacement doit être fréquent.

LE RÉGLAGE DES CHAÎNES, GUIDES ET SUPPORTS D'OUTILS

Il consiste à donner aux chaînes une tension convenable. En effet, si la tension est :

*1° **Trop faible,*** la chaîne flotte, dégage mal les copeaux, use le guide et se brise.

*2° **Trop forte,*** les axes de la chaîne et le guide-barre sont soumis à un effort anormal; leur usure est rapide et la chaîne casse.

La tension des chaînes est créée par une vis à pas fin qui agit sur le bout supérieur du guide.

On vérifie la tension des chaînes lorsque la machine est au repos :

a) **avec une cale étalonnée,**

b) **ou par tâtonnement.** Le contrôle de la tension se fait en tirant latéralement sur la chaîne pour mettre entre elle et le guide un écartement de 5 à 6 mm.

Nota : Avec certaines machines, le réglage de la tension des chaînes est possible lorsqu'elles sont en marche.

Il est important :

— *avant d'utiliser une chaîne neuve ou réparée*, de la baigner dans l'huile, puis de la faire tourner pendant cinq minutes et de la replonger dans l'huile,

— *de régler la chaîne* après cinq minutes de travail, car elle s'est déjà allongée,

— *de la détendre immédiatement* dès qu'elle ne sert plus et de la ranger dans un bac rempli d'huile neutre qui graisse ses articulations. Lorsqu'on laisse une chaîne tendue se refroidir, sa tension augmente au point de favoriser des amorces de rupture.

LES ORGANES DE COMMANDE DE L'OUTIL

Leur rôle est d'assurer :

*1° **Un déplacement vertical de la chaîne.***

Un chariot équilibré manœuvré à la main ou par un système pneumatique sert de support au moteur électrique, à l'organe de fixation et de réglage du guide-barre.

Une butée réglable limite la course du chariot pour les mortaises recouvertes.

*2° **Une vitesse linéaire convenable.***

La transmission de l'énergie à l'outil se fait :

a) **par des engrenages** montés sur une tête de cheval déformable. Le bruit et l'usure rapide des engrenages qui accompagnent ce mode de commande l'ont fait abandonner (fig. 97).

b) **ou bien par une courroie plate sans fin** qui s'enroule sur des poulies. Ce mode de transmission peut être cause d'un fonctionnement saccadé de la chaîne (fig. 98).

c) **ou encore par un moteur calé sur l'arbre porte-pignon.** C'est la solution actuelle la plus généralement adoptée.

3° Une mise en mouvement intermittente de la chaîne.

La rotation de la chaîne ne doit exister que pendant le travail effectif, afin de réduire l'usure des pièces en mouvement. On agit sur l'interrupteur pour arrêter ou mettre en marche le moteur :

a) **par une action mécanique,**

b) **par une action électrique :** électro-aimant commandé par un basculeur à mercure, ce qui donne satisfaction.

4° Une position angulaire par rapport au tablier guide-pièces pour réaliser des mortaises obliques à une surface de référence. On réalise cela en articulant la tête de la mortaiseuse lorsque sa conception le permet. Cet agencement est peu fréquent.

LA VITESSE LINÉAIRE DE L'OUTIL

La mortaiseuse à chaîne possède une vitesse de coupe relativement faible : celle qui est donnée par le moteur électrique. Cette vitesse varie entre 5 et 10 m/s, en fonction du nombre des dents du pignon support d'outil.

Exemple : Quelle est la vitesse d'une chaîne d'un pas de 22,6 mm (p_0), montée sur un pignon de 5 dents (Z), dont la vitesse angulaire (ω) est de 2 800 tr/mn?
On applique la formule :

$$v = \frac{\omega Z p_0}{60}$$

$$v = \frac{2\,800 \times 5 \times 22{,}6}{60} = 5{,}40 \text{ m/s.}$$

LA VITESSE DE PÉNÉTRATION DE L'OUTIL

Elle est fonction :

— *des dimensions de la chaîne* (largeur et longueur des mortaises),

— *de la section du guide-barre :* résistance au flambage,

— *de la puissance disponible de la machine,*

— *des risques de bourrage du creux des dents* (photo 99).

VITESSE DE PÉNÉTRATION (en mm/s)

TYPES DE CHAINES	SAPIN	CHÊNE
Petites chaînes (8 mm).....	10	5
Chaînes moyennes (14 mm)	30	15
Grosses chaînes (25 mm).....	14	7

LA PUISSANCE ABSORBÉE PAR LES CHAÎNES

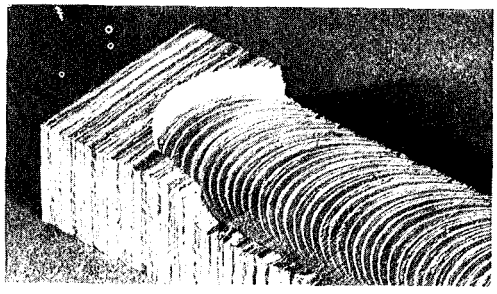
Elle est tributaire :

— *des dimensions de la chaîne,*

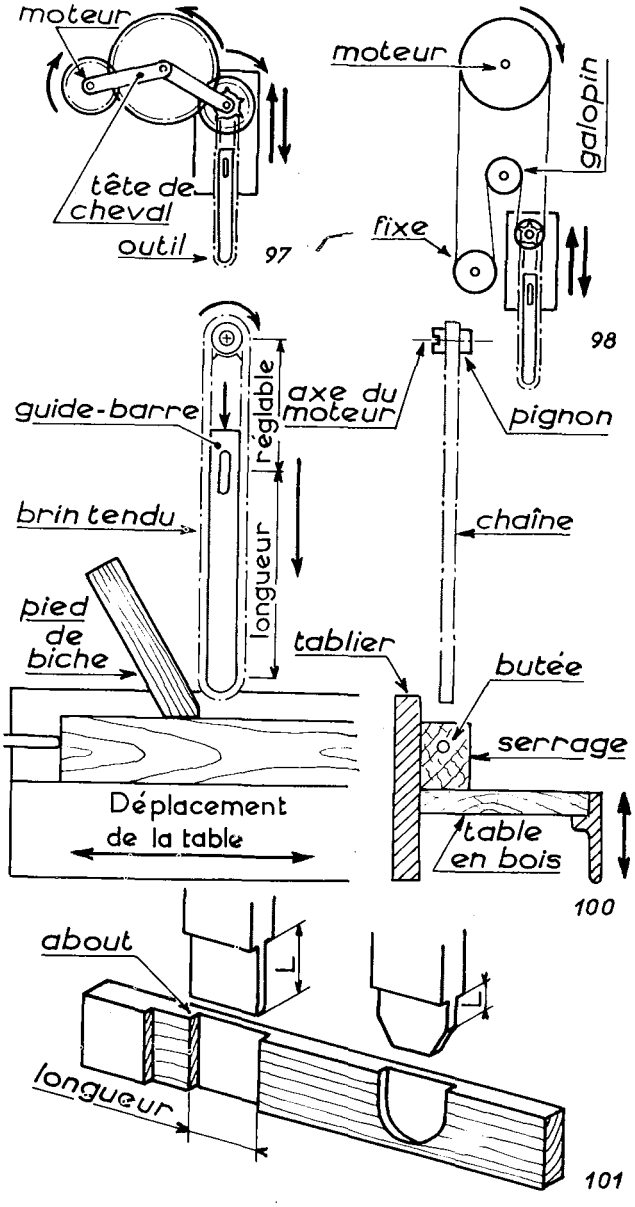
— *de sa vitesse de pénétration,*

— *de la dureté des bois.*

Chaînes bourrées de copeaux 99



Aspect géométrique d'une mortaise 102



La puissance absorbée par une chaîne de 14 × 40 mm est pour le sapin et le chêne :

SAPIN	CHÊNE	VITESSE DE PÉNÉTRATION
ch	ch	mm/s
0,7	1,6	5
1,3	2	10
2	2,5	15
2,5	4	20
2,8		25
3,3		30
4		40

LE SUPPORT DE PIÈCES ET SES ACCESSOIRES

La table est composée d'une partie centrale en bois tandis que le reste de sa structure est métallique; cela facilite la réalisation des mortaises découvertes et sert de pare-éclats. Elle est fixée sur un tablier vertical qui joue le rôle de guide-pièces (fig. 100).

La table doit remplir les conditions suivantes :

a) **se déplacer latéralement** pour permettre l'exécution en plusieurs passes des mortaises d'une longueur supérieure à la largeur de l'outil. Le cabestan de manœuvre peut être placé à l'avant ou à l'arrière de la machine selon l'importance des pièces à mortaiser,

b) **être pourvue d'une butée** qui limite sa course pour le travail en série,

c) **posséder des butées de pièces** réglables et escamotables,

d) **se déplacer transversalement** selon l'épaisseur des pièces à mortaiser,

e) **être réglable en hauteur** pour s'adapter à la largeur des pièces à usiner,

f) **prendre une position angulaire** pour que l'on puisse exécuter des mortaises obliques comprises entre 45 et 90°.

g) **s'enlever aisément** pour que l'on puisse mortaiser les pièces très larges, ex. : mortaises destinées à recevoir des serrures lardées.

L'ASPECT GÉOMÉTRIQUE DES MORTAISES

Les mortaises :

1° ***Découvertes*** (fig. 101) doivent présenter :

a) **un orifice d'entrée rectangulaire.**

Mais l'about de la mortaise peut être arraché si :

— *le pare-éclat ne joue pas son office,*

— *la chaîne est détendue,*

— *le brin lâche de la chaîne travaille.*

b) **des faces latérales parallèles et d'exécution soignée; cette qualité existe si l'effort de coupe est normal.**

Au contraire, les faces latérales sont d'aspect médiocre lorsque :

— *les arêtes tranchantes sont usées,*

— *le guide-barre est déformé,*

— *le galet du guide-barre usé,*

— *la vitesse de pénétration fait fléchir le guide-barre.*

c) **des abouts aux faces parallèles.** S'il n'en est pas ainsi, c'est que l'orifice d'entrée de la chaîne est plus large que l'orifice de sortie.

Cela est provoqué par le flottement de la chaîne sur le guide-barre.

Les causes en sont :

— *un mauvais réglage de la chaîne,*

— *un allongement de la chaîne* au travail par suite d'échauffements,

— *une usure des organes en mouvement* de la chaîne et de son guide,

— *un mauvais travail de l'outil* quand les arêtes tranchantes sont émoussées, ou lorsqu'on utilise le brin lâche de la chaîne.

d) **un orifice d'entrée plus large que l'orifice de sortie.**

Cela est dû :

— *au mauvais réglage de la chaîne,*

— *à l'utilisation d'un guide-barre de forme conique.*

2° ***Recouvertes.***

Elles présentent un fond :

a) **concave** qui réduit la longueur du tenon (photo 102). On ébauche le tenon pour épouser la forme de la mortaise.

Conclusion. La mortaiseuse à chaîne n'est pas recommandée pour exécuter des mortaises recouvertes (fig. 101).

b) ou **droit** se raccordant par un arrondi avec ses abouts. Cela intéresse seulement les mortaises très longues faites avec un guide possédant deux galets.

Nota : On adapte parfois sur les mortaiseuses à chaîne un bédane creux à mèche pour dresser le fond des mortaises. Cela présente peu d'intérêt depuis l'apparition des mortaiseuses automatiques à mèche.

LA MORTAISEUSE VIBRANTE A COUTEAU UNIQUE

L'outil est constitué par une sorte de couteau qui reproduit le travail du bédane manuel. Ses arêtes tranchantes fouillent le bois en décrivant des petites conchoïdes (courbes par rapport à un point fixe).

Cette machine exécute, avec un outil de forme appropriée, des mortaises équarries, à fond presque plat, de section rectangulaire ou carrée, trapézoïdale ou en forme de parallélogramme en un seul coup d'outil.

Elle permet également d'exécuter aisément des petites mortaises et des entailles.

On utilise la mortaiseuse vibrante en menuiserie, en ébénisterie et pour la confection des sièges.

La mortaiseuse vibrante peut être pourvue d'une ou plusieurs têtes pour les usinages en grande série.

L'OUTIL DE COUPE

C'est un bédane de forme particulière qui possède des arêtes tranchantes en bout et sur ses trois faces (fig. 103). La quatrième face est percée de trous d'allègement lorsque l'outil est épais.

Les dents :

— *en bout, piochent le bois.*

— *latérales, évacuent les copeaux.*

Un organe de fixation permet de réunir le bédane au porte-outil. L'épaisseur et la largeur de l'outil varient avec celles de la mortaise.

Il faut savoir que :

a) **l'épaisseur de l'outil** est la largeur de la mortaise.

b) **la largeur de l'outil** n'assure pas la longueur de la mortaise. On obtient celle-ci en réglant l'oscillation du bédane. On peut la faire varier de quelques millimètres.

Il existe deux types d'outils :

1° ***Les outils standard*** qui réalisent en une seule passe des mortaises profondes, de 120 mm au maximum ayant :

— *une épaisseur comprise entre* 1 *et* 12 *mm.*

— *une largeur comprise entre* 18 *et* 200 *mm.*

Nota : La capacité de coupe est gravée sur chaque outil. Les mortaises d'une longueur supérieure à la largeur du couteau sont exécutées en deux coups d'outil.

2° ***Des outils spéciaux*** dont la forme et les dimensions sont déterminées par le travail à exécuter.

LE SUPPORT D'OUTIL ET SA CHAÎNE CINÉMATIQUE

Il est constitué par une bielle porte-outil qui communique à l'outil une oscillation et un déplacement alternatif horizontal (fig. 104).

La bielle est articulée en deux points :

1° ***A l'une de ses extrémités,*** autour d'un pivot, qui sert d'axe d'articulation à la fois au mouvement oscillant de la bielle et du coulisseau de guidage.

Ce dernier, placé sur le chariot porte-outil, est réglable pour fixer la largeur de la mortaise. Sa position sur le chariot détermine donc l'amplitude de l'oscillation horizontale de l'outil.

Le déplacement alternatif du chariot assure la pénétration du bédane dans le bois.

2° ***Dans sa partie centrale par un excentrique.***

Celui-ci reçoit l'arbre du moteur électrique et crée pour l'outil un mouvement vibratoire.

Les efforts de pénétration de l'outil sont supportés par l'axe de l'excentrique.

Le chariot porte-outil est réglable :

a) **en hauteur,** pour s'adapter à l'épaisseur des bois à mortaiser. Une règle graduée et son index indiquent la distance qui sépare l'outil de la table porte-pièces.

b) **en translation,** pour donner la profondeur des mortaises; ceci grâce à une butée d'outil réglable.

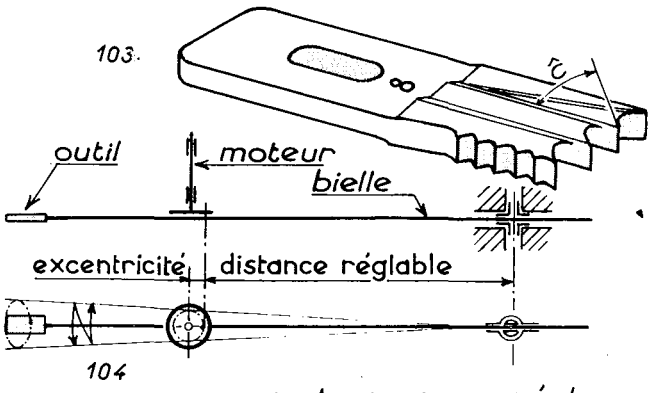
c) **pour incliner le bédane.** Ce réglage angulaire ne se trouve pas sur toutes les machines.

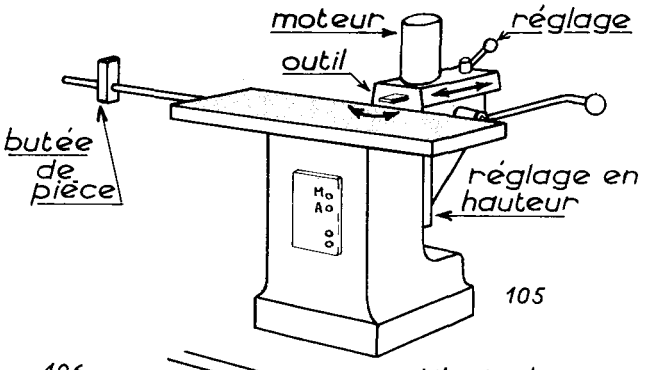
Le déplacement du chariot se fait au moyen d'un levier qui commande automatiquement :

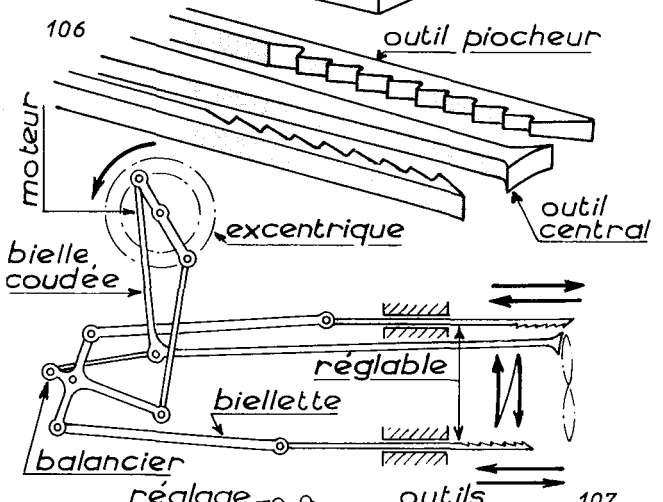
— *le serrage pneumatique de la pièce sur la table de la machine,*

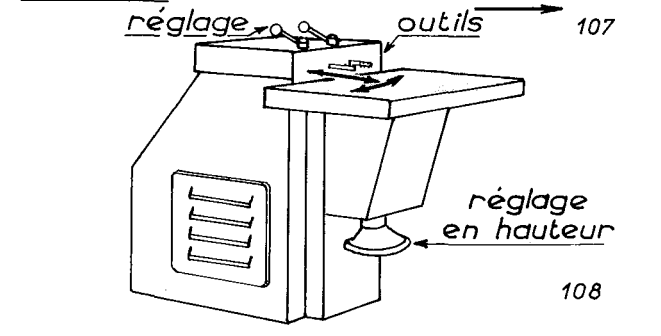
— *la mise en marche du moteur électrique.*

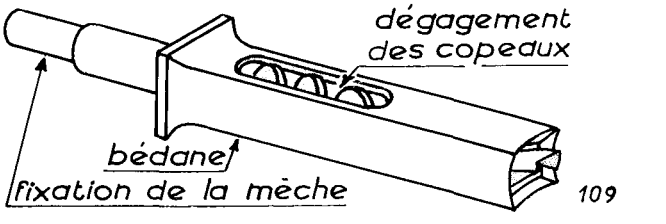
Nota : Le bâti absorbe les vibrations de la bielle.











LE SUPPORT DE PIÈCES

C'est la table horizontale de la machine (fig. 105).

Elle peut être fixée au bâti,

— *ou parfois s'incliner pour réaliser certains usinages.*

La table reçoit :

— *un guide-pièces réglable transversalement,*

— *des pare-éclats* que l'on pose de part et d'autre de la mortaise pour éviter l'arrachement des abouts,

— *des butées de pièces fixes ou escamotables.*

LA MORTAISEUSE VIBRANTE A TROIS COUTEAUX

Cette machine réalise la coupe du bois grâce à :

a) **un couteau central,** oscillant, qui creuse la mortaise,

b) **et deux couteaux latéraux,** piocheurs, qui limitent la longueur de la mortaise.

Le principe de cette machine s'inspire de l'outil piocheur manuel que les Anglais utilisaient pour poser les serrures mortaisées, dites lardées.

Cette machine exécute des mortaises équarries, à fond presque plat, parallèles ou obliques par rapport à la face de référence des pièces de bois. Elle permet, en outre, de creuser des entailles de forme rectangulaire pour recevoir des serrures, des paumelles, des pivots et autres ferrures, ainsi que des enfourchements et des épaulements de tenons.

On utilise la mortaiseuse vibrante en ébénisterie, en tabletterie et pour la confection des sièges.

Le travail de cette machine est précis mais sa production inférieure à celle des mortaiseuses automatiques à mèches ou à chaînes.

L'OUTIL DE COUPE

Deux parties distinctes le constituent :

1° ***Le couteau central vibrant,*** de forme épanouie, avec des arêtes tranchantes latérales, qui possède un angle d'attaque positif. Il creuse la mortaise en faisant de longs copeaux que l'on coupe de longueur avec les couteaux piocheurs (fig. 106).

2° ***Les deux couteaux piocheurs*** qui prennent la forme d'un harpon à dents multiples sur leurs faces intérieures. Ils exécutent sans éclats l'about des mortaises et évacuent les copeaux du couteau central.

Leur épaisseur correspond à la largeur de la mortaise.

Ces couteaux ne sont pas universels; leurs dimensions varient selon :

a) **la largeur des mortaises entre 5 et 15 mm.**

b) **la longueur des mortaises entre 24 et 78 mm.**

c) **et leur profondeur maximum qui est de 85 mm.**

Nota : La fragilité des outils fait que seul un exécutant consciencieux et attentif peut utiliser la machine décrite.
La tenue de coupe des outils est de quatre heures. Ils s'affûtent aisément. Un écran transparent assure leur protection.

LES SUPPORTS D'OUTILS ET LA CHAÎNE CINÉMATIQUE

Les supports d'outils sont animés par des bielles qui procurent un mouvement :

a) **oscillant à l'outil central** (fig. 107).

b) **rectiligne alternatif de faible amplitude aux outils piocheurs.**

Un seul moteur anime simultanément ces outils grâce à deux excentriques placés sur le même arbre.

1° ***L'un des excentriques*** actionne une bielle coudée que termine le porte-couteau central. Le coude de cette bielle est relié à un balancier par une contre-bielle. La combinaison des deux mouvements de l'excentrique et du balancier conditionne la trajectoire latérale de l'outil oscillant. Un réglage de l'excentrique permet d'en modifier la course.

C'est le déplacement de la contre-bielle reliée au balancier qui permet aux arêtes tranchantes de décrire un 8 très allongé, et d'obtenir un usinage presque droit du fond des mortaises.

2° ***L'autre excentrique*** commande un balancier par l'intermédiaire d'une bielle qui met en mouvement un jeu de biellettes articulées. Celles-ci animent les porte-outils piocheurs et se déplacent dans un coulisseau.

En modifiant l'écartement des coulisseaux, on règle la longueur de la mortaise.

Le mouvement des bielles assure un travail simultané des outils piocheurs pour qu'ils ne touchent pas l'outil central.

Tous ces organes de commande fatiguent peu, les efforts de pénétration étant très faibles sur la tête fixe du bâti.

LA TABLE SUPPORT DE PIÈCES

Elle est réglable en hauteur pour s'adapter à l'épaisseur des pièces de bois à mortaiser, et mobile transversalement grâce à un cabestan qui assure la pénétration des outils dans le bois (fig. 108). Un guide et des butées de pièces localisent les pièces de bois à usiner qui, en même temps, sont serrées par un vérin pneumatique. Un butée limite la course transversale de la table.

L'ASPECT GÉOMÉTRIQUE DES MORTAISES

Les mortaises exécutées à la mortaiseuse vibrante présentent :

a) **des faces latérales planes et lisses,**

b) **des abouts rectilignes et parfaitement d'équerre,**

c) **un fond presque plat.**

LES MORTAISEUSES D'HIER ET D'AUJOURD'HUI

Il est difficile de classer les mortaiseuses dans leur ordre chronologique.

La première machine à mortaiser, dite à bras d'homme, reproduisait le travail fait à la main. Son fonctionnement était semi-mécanique. Le bédane vertical à un seul tranchant était déplacé manuellement par l'intermédiaire d'un bras de levier à grande démultiplication. En fin de course, le bédane était retourné à la main.

On réalisait ainsi, sans perçage préalable, des mortaises profondes dans les bois tendres et à partir d'un trou creusé d'avance des mortaises dans les bois durs. Une manivelle animait la mèche.

On utilisait cette machine en charronnage, menuiserie et même en ébénisterie.

Par la suite, le déplacement rectiligne alternatif du bédane vertical s'est fait mécaniquement. Sa production n'était pas supérieure à celle de son ancêtre où le bédane était manœuvré à bras d'homme.

La mortaiseuse à mèche, encore largement répandue de nos jours, représente un réel progrès sur les machines à bédane à mouvement rectiligne alternatif.

La mortaiseuse à chaîne a vu le jour, au début du siècle, en Amérique. Elle s'est vulgarisée lentement dans notre pays à cause de l'usure rapide des outils qui tournaient à vide pendant que l'ouvrier changeait la pièce à usiner. Les dimensions des chaînes étaient autrefois exprimées en pouces; elles sont actuellement exprimées en millimètres; seul le pas fait exception. Cette machine devenue automatique a permis l'exécution industrielle des mortaises.

Avec le bédane creux à mèche, on a pu percer et équarrir une mortaise d'un seul coup d'outil (fig. 109).

L'outil était constitué par :

— *un bédane carré ou rectangulaire*, creux, affûté intérieurement et possédant une lumière latérale pour le dégagement des copeaux,

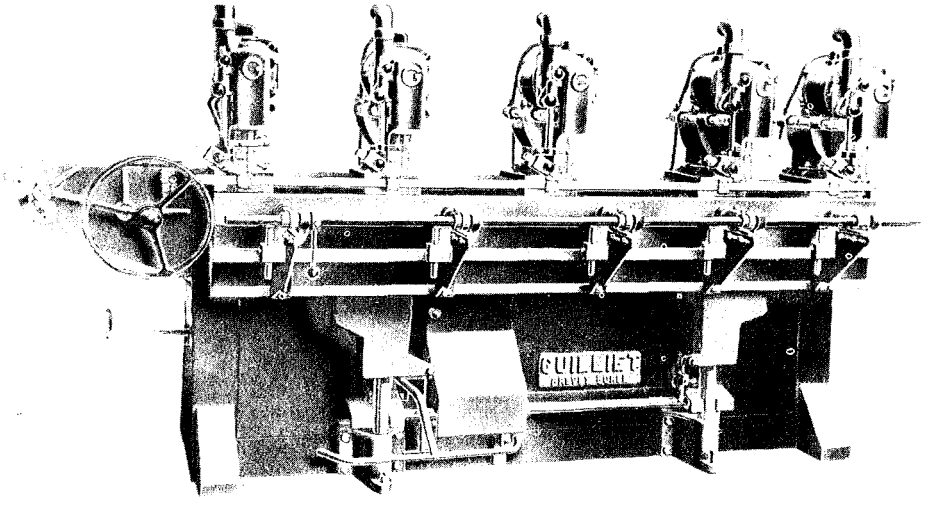
— *une mèche épanouie* dont le cercle de pénétration était médian entre les cercles inscrit et circonscrit au carré du bédane.

La mèche était hors d'usage après quelques affûtages et cassait aisément lorsque le bois n'était pas sec.

La mortaiseuse à bédane creux, en faveur dans l'industrie du siège, a été supplantée aisément, par les mortaiseuses automatiques à bédane. Celles-ci, imaginées au milieu du XX^{e} siècle, ont résolu le problème de l'exécution précise et rapide des petites mortaises équarries.

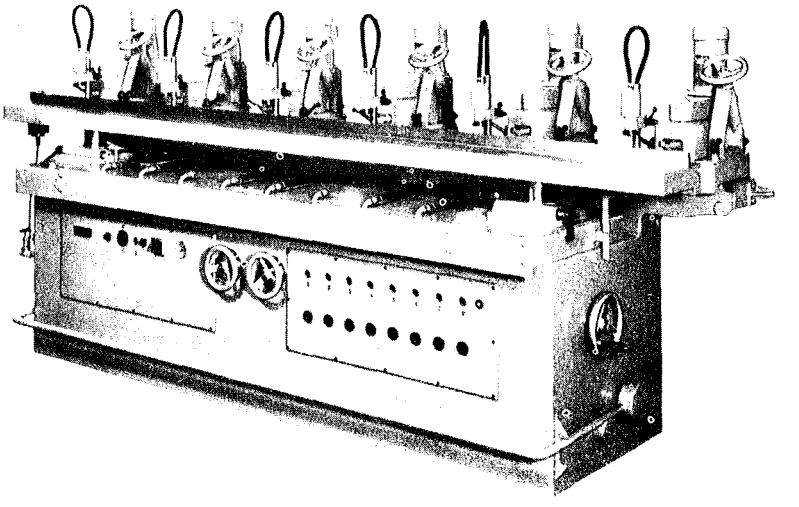
Parmi les dernières machines inventées, retenons les mortaiseuses à couteaux vibrants propres à exécuter les mortaises étroites. Les mortaiseuses automatiques à mèches sont en évolution constante.

MORTAISEUSE A CHAÎNES MULTIPLES



Cliche GUILLET-AUXERRE.

MORTAISEUSE A COUTEAUX MULTIPLES



Cliché HOFSTETTER.

LE TENONNAGE

Cet usinage a pour but de diminuer d'épaisseur l'extrémité des pièces de bois afin qu'elles puissent s'ajuster dans les mortaises; on réalise ainsi les tenons.

L'exécutant se sert d'un outil animé d'un mouvement circulaire continu tandis que la pièce à usiner est entraînée par un mouvement de translation.

L'axe de l'outil peut être :

— *fixe en position*, lorsque les tenons sont à champs droits.

— *mobile en position* et il tourne autour de la pièce à exécuter, lorsque les tenons sont à champs ronds.

On fixe la pièce solidement sur un chariot pour qu'elle résiste aux efforts de coupe de l'outil.

Le déplacement du chariot est :

a) **manuel.**

b) **ou automatique.**

FORME GÉOMÉTRIQUE DES TENONS

Les tenons présentent :

1° Des champs :

a) **de forme rectangulaire,** ce qui les fait s'adapter aux mortaises de même forme (fig. 110).

b) **de forme semi-circulaire** grâce à laquelle les tenons s'emboîtent dans les abouts semi-arrondis des mortaises (fig. 111).

c) **limités par des lignes parallèles ou obliques** par rapport à leur face de référence.

2° Des arasements :

a) **de longueur**

— *identique*, lorsque les rives des pièces à assembler sont d'équerre (fig. 112).

— *ou différente*, plus longue d'un côté que de l'autre, lorsque les arasements s'allongent pour s'ajuster avec une feuillure ou une moulure. On dit alors que le tenon est *dérasé* (fig. 113.)

b) **de forme**

— *droite* pour assurer l'ajustement des faces planes entre elles.

— *sinueuse*, on dit *contreprofilé*, lorsque l'arasement du tenon épouse une moulure à simple ou à double parement (fig. 114-115).

c) **obliques sur**

— *le champ* (fig. 116).

— *le plat* (fig. 117).

Dans ce dernier cas, les arasements peuvent être :

— parallèles, d'équerre ou obliques par rapport aux rives de la pièce (fig. 118-119).

— convergents, ex. : les traverses de sièges (fig. 120).

— *le champ et le plat à la fois*. On dit que ces tenons complexes sont à angles composés (fig. 121).

3° Une largeur petite ou grande.

Le volume du bois à enlever conditionne la disposition des arêtes tranchantes des outils.

4° Une longueur faible ou importante.

C'est le diamètre du cylindre de coupe qui donne la possibilité d'exécuter des tenons plus ou moins longs.

5° Une épaisseur adaptée à la largeur des mortaises.

DISPOSITION DES ARÊTES TRANCHANTES DES OUTILS.

Pour l'usinage des tenons, les arêtes tranchantes animées d'un mouvement circulaire coupent le bois selon une direction :

a) **perpendiculaire aux fibres du bois,** dite en bois de bout (fig. 122).

b) **parallèle aux fibres du bois,** dite en bois de travers (fig. 123).

Dans l'une et l'autre direction, le bois se coupe difficilement.

Pourtant, on demande aux tenons de présenter :

des arasements bien tranchés et non arrachés.

Pour les joues seulement, on accepte quelques imperfections d'usinage que cachent les mortaises.

Nota : Ces imperfections améliorent parfois la qualité des collages.

Les tenons peuvent être réalisés par :

— *usinage avec des fraises* qui produisent des copeaux,

— *sciage avec des scies circulaires* produisant de la sciure et des chutes de bois; ces dernières gênent l'aspiration pneumatique des déchets.

Nota : Les scies circulaires ne procurent pas un usinage précis.

La génératrice de coupe des fraises engendre un cylindre qui peut être :

1° D'axe vertical.

Les arêtes tranchantes des outils effectuent une coupe tangentielle, dite cylindrique, et attaquent les fibres du bois en travers. Elles ne coupent pas le bois horizontalement, car elles sont détalonnées et ne frottent que légèrement sur les joues du tenon.

Par rapport à l'axe de rotation, les arêtes tranchantes peuvent être :

a) **parallèles** (fig. 124). Verticales, les arêtes attaquent de front les fibres du bois, les cisaillent plutôt qu'elles ne les coupent. L'aspect des arasements s'en ressent, surtout lorsque les arêtes tranchantes s'émoussent.

b) **obliques** (fig. 125). Les arêtes attaquent progressivement les fibres du bois et par suite créent des arasements d'une coupe soignée.

La forme de l'outil est tronconique, et en tournant autour de l'axe, ses arêtes tranchantes biaises engendrent un cylindre de coupe.

c) **sinueuses** pour réaliser un arasement contreprofilé. La forme des arêtes tranchantes varie avec le profil de la moulure.

Avantages et inconvénients d'une coupe perpendiculaire aux fibres du bois.

Elle assure :

— *l'affûtage facile des outils associés* de diamètre semblable à celui du cylindre de coupe,

— *le contreprofilage des arasements*,

— *un usinage précis* et aisé des petits et moyens tenons,

— *un état de surface* favorable aux collages;

mais seulement une production limitée, car la pointe de l'arête tranchante s'use vite au travail en décrivant une coupe fauchante.

Cette coupe réclame un effort assez important lorsque les tenons sont volumineux et en bois dur; elle *entraîne une consommation d'énergie assez élevée.*

2° D'axe horizontal.

Les arêtes tranchantes du cylindre de coupe ainsi disposées attaquent les fibres du bois :

a) **parallèlement** (fig. 126). Cela donne un mauvais travail.

b) **ou en biais,** grâce à une coupe hélicoïdale du bois par des arêtes tranchantes obliques qui engendrent, en tournant autour d'un axe, un cylindre de coupe.

Des peignes araseurs sectionnent dans le sens de la longueur les fibres du bois (fig. 127).

Avantages et inconvénients d'une coupe parallèle aux fibres du bois.

Elle permet une exécution rapide et soignée des tenons importants avec :

— *un effort de coupe réduit*,

— *une économie d'énergie musculaire et motrice*;

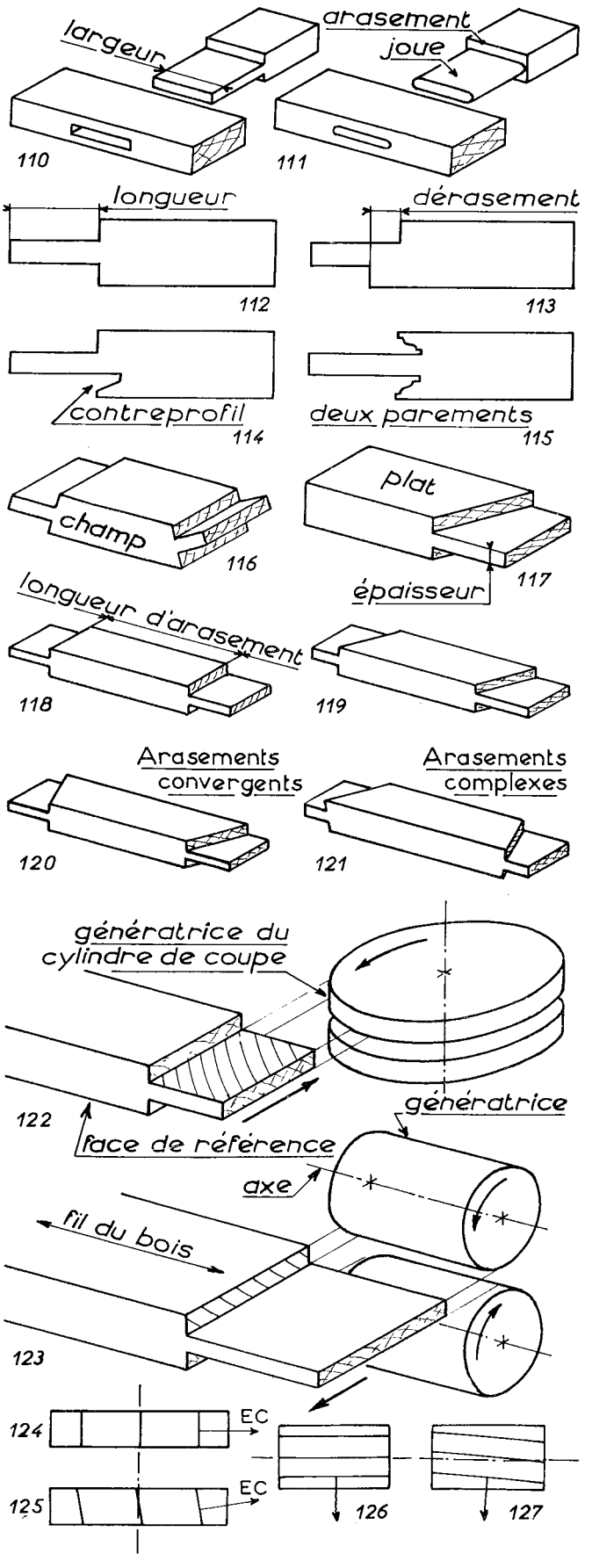
mais elle exige :

— *un affûtage soigné des couteaux*,

— *un réglage précis des arêtes tranchantes* sur leur support,

— *des peignes araseurs* qui ne sectionnent pas dangereusement les tenons.

Cette coupe ne permet pas l'exécution d'arasements contreprofilés,
et l'état côtelé des surfaces usinées n'est pas favorable aux collages.



LES OUTILS POUR LA COUPE PERPENDICULAIRE AUX FIBRES DE BOIS

LES OUTILS MONOBLOC

Leur diamètre varie selon les machines qu'ils équipent.

Il est de :

— 150 *mm pour effectuer des tenons de* 130 *à* 140 *mm de longueur.* Les outils sont alors dits opposés ou ouverts (fig. 129).

— 250, 300 *ou* 320 *mm selon la longueur des tenons à réaliser.* Les outils sont dits associés ou fermés (fig. 128).

Le métal qui compose les arêtes tranchantes des outils est l'acier chrome-molybdène ou le carbure de wolfram.

La position des arêtes par rapport à l'axe de rotation peut être :

*1° **Rectiligne.***

L'épaisseur d'origine des outils peut :

a) **diminuer au cours des affûtages successifs** qui s'effectuent sur le front d'attaque des dents (fig. 130).

On utilise ces outils pour faire des arasements d'une hauteur inférieure à 30 mm. Ils constituent toujours un jeu de deux ou trois outils que l'on emploie et affûte ensemble afin de conserver un cylindre de coupe de diamètre identique.

Ces outils possèdent une forte dépouille :

— *diamétrale,*

— et *latérale,* c'est-à-dire en épaisseur.

Il résulte de cela qu'ils diminuent sensiblement en diamètre et en épaisseur à chaque affûtage.

Par rapport à l'axe de rotation, les arêtes tranchantes peuvent être :

— *parallèles.* Dans ce cas, on les associe, le plus souvent, avec un outil à contreprofil, ex. : pour les tenons des croisées. Tous ces outils comportent quatre dents (fig. 130).

— *obliques.* Les arêtes tranchantes des deux outils agissent en sens contraire pour couper le bois de la même façon. Elles attaquent en dernier les joues du tenon (fig. 131).

Une coupe biaise des arasements diminue les efforts de coupe et par conséquent la consommation d'énergie humaine et motrice.

b) **rester constante au cours des affûtages successifs** qui s'effectuent sur le dos de la dent et sont dits à dent de loup (fig. 132). Une surface plane constitue donc la dépouille diamétrale de l'outil.

On évite le frottement excessif des dents sur les joues du tenon par une dépouille :

— *minime sur la longueur des dents* ; aussi l'épaisseur de l'outil n'est-elle qu'approximative,

— *très importante latéralement.* Cela donne l'impression fausse d'une arête tranchante. Les arêtes, dans ce cas, ne coupent pas; aussi ne sont-elles pas affûtées.

Les outils à dents de loup sont réservés à l'exécution :

— *des enfourchements simples,*

— *des enfourchements mutiples,* dits queues droites.

Ils possèdent 2, 4 ou 6 dents selon leur épaisseur qui varie entre 5 et 16 mm.

Nota : Conventionnellement, on désigne sous le nom :
— d'outils à dents ou à bras, ceux qui sont formés d'une portion de disque,
— de fraises, ceux qui ont la forme d'un disque entier.

*2° **Sinueuse.***

Avec les arêtes tranchantes de cette forme, on peut ajuster l'arasement des tenons et les champs profilés des pièces de bois (fig. 133). Ces outils sont assortis aux fraises de forme des toupies.

Un jeu d'outils permet l'exécution des tenons contre-profilés :

a) **à un parement,**

b) **ou à deux parements.**

Avantages et inconvénients des outils monobloc.

— Ils sont relativement *peu volumineux et légers,*

— *ils ne comportent pas de réglage diamétral,* donc sont indéréglables,

— *ils conviennent à l'usinage industriel des tenons;* mais cet usinage exige une *grande variété d'outils* correspondant à tous les profils de moulures.

LES OUTILS A DENTS AMOVIBLES

Les arêtes tranchantes se font en acier allié ou en carbure de wolfram. Elles sont fixées sur un porte-outil en acier non traité. Le cylindre de coupe est identique à celui des outils précédents.

La coupe des outils est tangentielle. D'après leur structure, on les appelle outils à deux dents (fig. 134), à plateaux (fig. 135) ou à disques.

Les arêtes tranchantes sont constituées par :

a) **des lames,** de forme :

— *rectiligne.*

Dans ce cas, les lames sont fixées :

— au moyen de coins à serrage interne sur le porte-outil rectangulaire. Les arêtes tranchantes au nombre de deux sont parallèles à l'axe de rotation (fig. 134).

— au moyen de boulons sur le porte-outil circulaire qui joue à la fois le rôle de porte-outils et de protecteur (fig. 135).

Les arêtes tranchantes, droites ou contreprofilées, sont parallèles ou obliques à l'axe de rotation.

On emploie ces deux types d'outils pour effectuer des arasements d'une hauteur inférieure à 30 mm.

— *curviligne,* d'une épaisseur comprise entre 7 et 22 mm (les outils comportent trois dents). Ces sortes de lames conviennent pour l'usinage des enfourchements.

b) **des coquilles.** Ce sont des outils circulaires de 90 à 130 mm de diamètre, amovibles, dont l'arête de coupe unique et la face d'affûtage proviennent d'une ouverture pratiquée dans la paroi périphérique.

Les coquilles sont fixées par un boulon axial sur le plan incliné de deux degrés d'un porte-outil appelé *plateau* (fig. 136).

Cette pente :

— *permet une coupe frontale du bois* avec la pointe de l'arête tranchante,

— *fait que le pourtour de la coquille peut se dérober au fauchage* pour ne pas frotter sur les joues du tenon.

Le champ supérieur des coquilles est biseauté dans le but d'éviter les risques de talonnage latéral.

L'arête tranchante des coquilles est biaise par rapport à l'axe de rotation.

La forme tronconique des coquilles est imposée par :

— *la pente du plateau.*

— *l'obliquité de l'arête tranchante des coquilles* qui permet d'avoir une génératrice de coupe parallèle à l'axe de rotation.

Nota : Si l'on change l'inclinaison de l'arête tranchante, l'arasement du tenon peut être :

— dégraissé ou délardé, c'est-à-dire de faux équerre afin qu'il s'appuie par la pointe.

— ou gras lorsqu'il s'appuie par le pied, ce qui empêche l'arasement de joindre.

Nota : Les coquilles sont de plus en plus remplacées par des lames rectilignes.

Les plateaux peuvent être de forme :

a) **circulaire.** Dans ce cas, on les construit en métaux légers non ferreux, à base de magnésium. Cela leur donne l'avantage, sur les autres types de plateaux, d'être indéformables et parfaitement équilibrés.

b) **ovale;** ou faits de deux trapèzes accolés par leur grande base. Dans ce cas, les plateaux sont en acier et difficiles à équilibrer.

Ces sortes de plateaux possèdent deux trous ou de préférence deux boutonnières qui permettent de régler le diamètre du cylindre de coupe des coquilles. Dans ce dernier cas, on lutte contre les effets de la force centrifuge sur les coquilles avec une vis de butée que l'on applique latéralement aux boulons de serrage des coquilles.

Un jeu d'outils comprend :

— *quatre coquilles* placées en vis-à-vis, deux par deux, sur les plateaux.

Parmi les quatre boulons de serrage des coquilles (fig. 137),

— *deux ont leur pas à gauche,* pour le plateau *inférieur.*

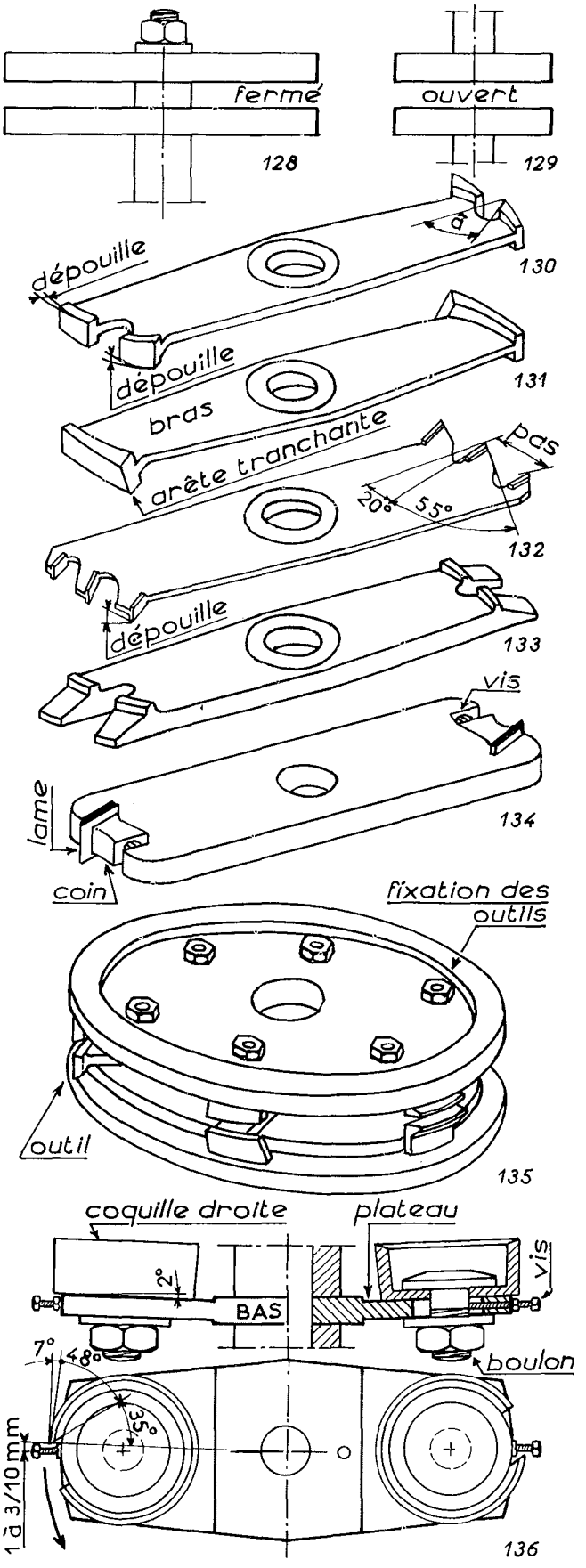
— *les deux autres, leur pas à droite,* pour le plateau *supérieur.*

Nota : Les efforts de coupe risquent de desserrer les écrous si les boulons sont intervertis.

Les coquilles permettent de réaliser des arasements :

● *droits,* de tenons dérasés ou non. On dit qu'un tenon est dérasé lorsque l'un des arasements est plus long que l'autre.

● *contreprofilés* de formes diverses.



Réglage des coquilles sur les plateaux.

On effectue un double réglage :

a) **diamétral** au moyen d'un appareil muni de curseurs amovibles (fig. 138).

b) **angulaire.** Pour éviter le talonnement diamétral de l'outil, on place l'arête tranchante la plus longue à 1 ou 3/10 de millimètre de l'axe du porte-outil. Cette position influe peu sur l'angle d'attaque qui est lié à l'affûtage de l'outil, mais sensiblement sur la cote des arasements contre-profilés (fig. 136).

— *par le blocage des vis de butée.*

Avantages et inconvénients des coquilles.

Elles permettent :

— *d'utiliser un porte-outil en acier non traité,* des petits outils en acier de qualité,

— *de régler le diamètre du cylindre de coupe* et l'avancement des arasements contreprofilés à la convenance de l'ouvrier,

— *d'avoir un grand choix de coquilles contreprofilées.*

Elles conviennent bien à l'artisanat, mais, elles sont *lourdes* et leur équilibre statique est difficile à obtenir,

— *le réglage minutieux de leurs coquilles est long,*

— *le talonnage diamétral est à craindre,*

— *les coquilles sont bruyantes et brassent beaucoup d'air.*

Remarques. L'action importante de la force centrifuge, liée à la vitesse de coupe et au grand diamètre des plateaux exige que les boulons de fixation soient toujours en butée sur les plateaux ou sur des vis de réglage.

CONDITION ANGULAIRE DES OUTILS DE COUPE PERPENDICULAIRE AUX FIBRES DU BOIS

Les outils utilisés pour le tenonnage ont des exigences bien différentes de celles des outils utilisés pour le corroyage.

— **pour les premiers,** la trajectoire de coupe et les arêtes tranchantes sont perpendiculaires aux fibres du bois, tandis que

— **pour les deuxièmes,** la trajectoire de coupe est parallèle aux fibres et les arêtes tranchantes perpendiculaires à ces fibres.

Quant au diamètre du cylindre de coupe, il est généralement plus grand pour les outils des tenonneuses que pour les outils des raboteuses.

Il en découle plusieurs conséquences :

— *une attaque du bois plus tangentielle* pour les outils de tenonnage que pour les outils de corroyage, un angle d'attaque plus important, donc une coupe du bois plus tangentielle, mais des risques de talonnage accrus, surtout lorsque les bois sont tendres;

— *le contre-fer en coupe fauchante devient inutile;*

— *des dépouilles diamétrale et latérale importantes* afin que l'outil des tenonneuses ne frotte pas sur les joues du tenon.

Toutes ces conditions imposent les angles d'attaque suivants qui conviennent à la plupart des usinages industriels :

36° pour un diamètre de 150 mm.
38° pour un diamètre de 250 mm.
40° pour un diamètre de 320 mm.

LES SCIES CIRCULAIRES

On les utilise pour exécuter :

1° Des tenons bruts de sciage.

2° Des ébauches de tenons qui seront ensuite rectifiés avec des fraises du type monobloc ou à dents amovibles.

Les scies sont en acier allié.

Elles effectuent une coupe cylindrique grâce à des arêtes tranchant les fibres du bois :

a) **parallèlement pour les arasements,**

b) **perpendiculairement pour les joues des tenons.**

La denture des scies circulaires est du type couché. Ses caractéristiques sont les suivantes :

— *pour les sciages dans le sens des fibres du bois :*

Bois durs â = 3 à 6°.
Bois tendres â = 10 à 12°.

— *pour les sciages en travers des fibres de bois :*

Bois durs â = 0 à 3°.
Bois tendres â = 30°.

Le diamètre des lames est :

— *petit* pour le sciage des arasements (fig. 139).

— *grand* pour le sciage des joues des tenons (fig. 140).

La dépouille latérale des lames est obtenue :

— *par torsion des dents* (fig. 141),

— *ou l'évidement de la lame* lorsqu'elle est de petit diamètre (fig. 142).

Nota : Un outil déchiqueteur peut être adjoint à la scie qui tronçonne les tenons en longueur.

LES OUTILS POUR LA COUPE PARALLÈLE AUX FIBRES DU BOIS

Ces outils possèdent deux ou trois lames amovibles. Ces lames sont fixées mécaniquement dans un porte-outil monté en porte-à-faux sur l'arbre de la tenonneuse et exécutent les faces des tenons.

On distingue deux sortes d'outils qui permettent de réaliser :

a) **les uns, les faces des tenons.**

Le serrage des lames sur le porte-outil peut être :

— *externe,* dit à pince. Comme en rabotage, les lames sont munies d'encoches qui reçoivent des vis de serrage (fig. 144).

— *interne,* ce qui est préférable (fig. 143).

b) **les autres, les arasements des tenons.** Ce sont des peignes ou couteaux dresseurs qui sectionnent les fibres du bois en longueur. Ce sont les arêtes tranchantes créées

par le biseau d'affûtage de la face crantée qui constituent la partie active des couteaux dresseurs.

Ces outils sont agencés par paire, en biais, sur la tête du porte-outil.

La génératrice du cylindre de coupe des outils pour exécuter les faces des tenons peut être :

1° Parallèle à l'axe de rotation du porte-outil.

Les lames disposées parallèlement à cet axe sont identiques à celles que l'on utilise en corroyage, mais leur longueur est évidemment moindre (fig. 143).

On sait que les fibres du bois, attaquées de flanc par une arête tranchante parallèle à leur direction, sont arrachées plutôt que tranchées. Il en résulte que le travail des outils considérés est défectueux et que les surfaces obtenues sont côtelées.

On améliore la qualité des surfaces usinées en utilisant des outils à coupe hélicoïdale.

2° Oblique par rapport à l'axe de rotation du porte-outil.

Les lames montées obliquement par rapport à cet axe forment la partie active des outils à coupe hélicoïdale (fig. 144, 145, 146). Cette disposition évite que les fibres du bois soient arrachées par une attaque de flanc. Elle impose une arête tranchante convexe longitudinalement.

Si l'on détermine la courbure de l'arête par une épure, on obtient une ellipse (fig. 147). En pratique, on considère la portion d'ellipse utilisée comme une courbe de grand rayon.

Remarque. Une arête tranchante rectiligne engendre un cylindre de coupe hyperbolique qui procure un usinage convexe, donc un tenon renflé dans sa partie centrale (fig. 148).

Angle d'attaque. Il joue en tenonnage le même rôle prépondérant qu'en rabotage. Sa valeur varie d'un bout à l'autre du porte-outil. Elle augmente et diminue en même temps que le diamètre.

Elle est fixée, dans la partie médiane du porte-outil, à 12° environ.

L'ARBRE SUPPORT D'OUTILS

On le fait en acier allié pour qu'il résiste au choc des outils et puisse être rectifié de manière précise.

Il est réglable et un système de blocage assure sa position.

Son diamètre est de 35 ou 50 mm.

Une broche ou un ergot permet de serrer les outils.

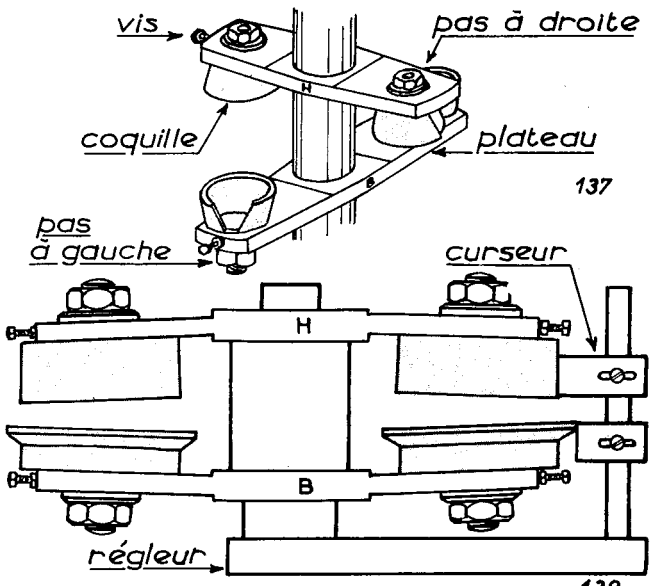
L'arbre support d'outils peut :

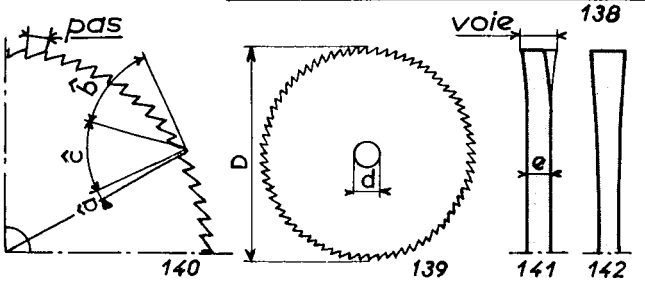
a) **rester fixe en position :**

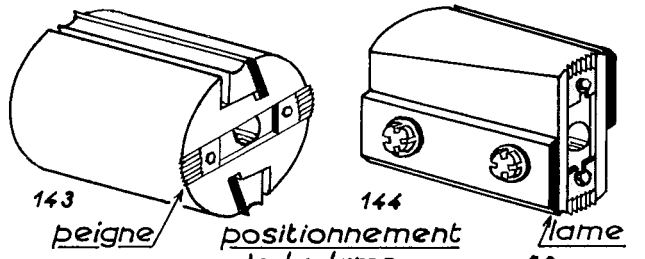
— *verticale* pour recevoir des fraises ou des outils circulaires.

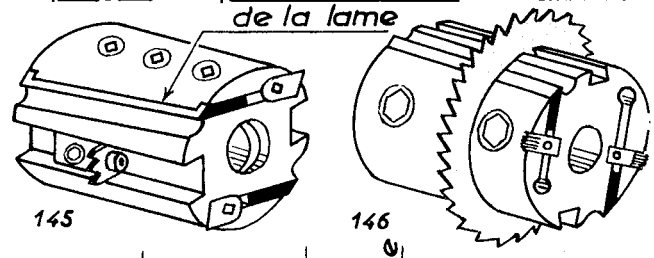
— *ou horizontale* pour recevoir des scies circulaires, ou des lames tranchantes.

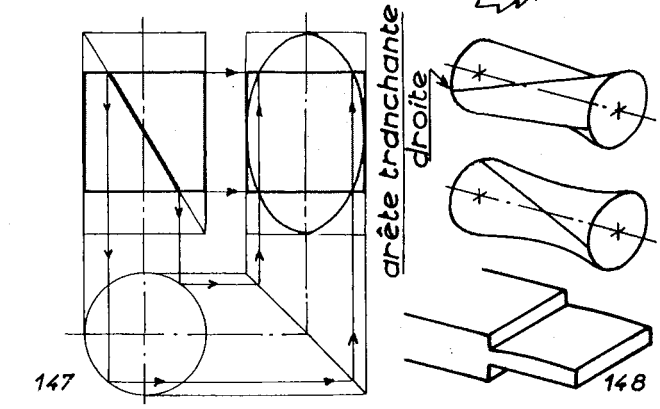
b) **pivoter** pour réaliser des tenons obliques ou à champs ronds.











LE MONTAGE DES OUTILS SUR L'ARBRE QUI LES SUPPORTE

Les outils s'ajustent sans jeu sur leur support et des bagues rectifiées les serrent latéralement.

L'écartement d'outils associés doit être fait avec une grande précision pour obtenir des tenons d'épaisseur convenable.

Pour atteindre ce but, on utilise :

a) **des bagues calibrées d'épaisseur.**

Cette dimension varie :

— *de 1/10 de millimètre entre* 0,1 *et* 0,9 *mm,*

— *de* 1 *mm en* 1 *mm entre* 1 *et* 10 *mm.*

b) **des bagues extensibles grâce à un filetage.**

Remarques. Les outils ont les défauts suivants :

— *ils ont des dents non concentriques* lorsque :

- l'ajustement présente du jeu,
- l'arbre de la machine est trop petit en diamètre.

— *ils sont voilés lorsque :*

- la face d'appui des outils, ou des bagues, est abîmée ou sale,
- la surface portante des bagues est faible,
- les outils ne sont pas équilibrés ou gauches,
- l'arbre de la machine présente du jeu ou est faussé,
- l'arbre n'est pas bloqué dans son fourreau.

Nota : Pour répartir les efforts de coupe, on dispose les outils associés, de coupe cylindrique, en croix sur l'arbre.

VITESSE LINÉAIRE DES OUTILS

Elle est de 35 à 50 m/s. Les tenonneuses ne possèdent qu'une vitesse angulaire.

VITESSE D'AMENAGE DES TENONNEUSES

Manuelle ou automatique, elle varie entre 3 et 8 m/mn.

ÉTAT DES SURFACES USINÉES

Deux cas sont à considérer :

1° ***L'état de surface des arasements.***

Il est :

a) **bon** avec des scies circulaires et des outils à coupe hélicoïdale munis de peignes araseurs,

b) **acceptable** avec des outils à coupe cylindrique si l'on a la précaution d'utiliser un pare-éclat.

2° ***L'état de surface des joues du tenon.***

Il est :

a) **bon** avec des outils à coupe cylindrique et hélicoïdale si l'on a le soin d'utiliser un pare-éclat,

b) **acceptable** avec des scies circulaires.

LES MACHINES

On classe les machines en deux groupes : les unes réalisent des tenons à champs rectangulaires, les autres des tenons à champs ronds.

1° ***Les machines pour tenons rectangulaires.***

L'arbre de ces machines reste en position fixe, tandis que la pièce à usiner est mobile.

Deux types de machines sont en usage :

a) **les tenonneuses à outils associés, dits fermés.**

Elles peuvent avoir :

— *un arbre porte-outil vertical* qui reçoit des outils à coupe perpendiculaire aux fibres du bois. Cette machine très simple, de petite production, convient à l'artisanat. Son travail s'apparente à celui de la toupie.

— *deux arbres porte-outils :* l'un est vertical et reçoit des outils à coupe fauchante, l'autre, horizontal, admet une scie circulaire tronçonneuse (fig. 149). C'est la tenonneuse précédente améliorée.

— *quatre arbres porte-outils.* Trois de ceux-ci horizontaux effectuent une coupe parallèle aux fibres du bois et le tronçonnage des tenons. Le quatrième vertical effectue le contre-profilage des arasements.

— *cinq arbres porte-outils.* On les trouve sur des machines de grande production qui possèdent :

— deux arbres verticaux avec des scies circulaires,

— un arbre vertical avec des outils à bras possédant plusieurs dents ou des plateaux à coquilles,

— deux arbres horizontaux avec des scies circulaires.

b) **les tenonneuses à outils opposés, dits ouverts.** Ce sont des machines intéressantes (fig. 150).

Elles possèdent deux arbres supports d'outils placés l'un au-dessus de l'autre qui ont les particularités suivantes :

— *ils acceptent des outils de faible diamètre,*

— *ils se déplacent aisément* afin que l'on puisse régler l'épaisseur des tenons,

— *ils prennent une position angulaire* pour l'exécution des tenons obliques à leur face de référence.

Ces tenonneuses peuvent aussi présenter :

— *un arbre vertical* destiné à recevoir des outils à bras, à disques ou à plateaux.

— *un arbre horizontal* supportant une scie qui coupe les tenons de longueur.

Nota : La toupie peut être transformée en tenonneuse à outils ouverts grâce à un appareil qu'on lui adapte.

2° ***Les machines pour tenons arrondis*** (fig. 151).

On les associe avec les mortaiseuses à mèches utilisées dans l'industrie du meuble et du siège.

Elles sont constituées par :

a) **un arbre horizontal** qui assure à l'outil de coupe :

— *un mouvement de rotation.*

— *un déplacement semi-circulaire* permettant d'arrondir le champ des tenons et d'assurer leur épaisseur.

b) **une table support de pièces** qui se déplace devant l'outil afin d'exécuter les tenons en largeur.

Cet outil unique travaille parallèlement aux fibres du bois. On y ajoute une scie ou un outil qui coupe les tenons de longueur.

Le fraisage des tenons se fait en quatre temps :

— *au premier temps*, on réalise la face supérieure du tenon,

— *au second temps*, le champ arrondi,

— *au troisième temps*, la face inférieure,

— *au quatrième temps*, l'autre champ arrondi.

Il existe deux types de machines :

— **l'une exécute un seul tenon à la fois** (fig. 152).

— **l'autre, deux tenons simultanément** pour augmenter la productivité de la tenonneuse (fig. 153).

Nota : On peut équiper la toupie avec un appareil qui permet d'exécuter des tenons à champs arrondis.

LE MODE D'AMENAGE DES PIÈCES A USINER

Les machines se distinguent les unes des autres non seulement par leur conception, mais aussi par le mode d'amenage des pièces à usiner.

L'amenage peut se faire :

1° ***Manuellement.*** La pièce est fixée sur une table horizontale qui se déplace avec un mouvement de va-et-vient devant l'outil. Une butée assure à toutes les pièces la même longueur entre les arasements. Un verrin à vis fixe énergiquement les pièces sur leur support pour qu'elles résistent aux efforts de coupe de l'outil.

L'amenage manuel convient à la petite industrie qui exécute les tenons un à un.

2° ***Automatiquement.*** On réserve ce mode d'amenage aux machines de grande production.

On distingue :

a) **les simples,** ex. : les tenonneuses à champs arrondis.

b) **les doubles** qui effectuent en même temps un tenon à chaque extrémité des pièces de bois.

L'une des deux machines coulisse sur un banc lorsque l'on règle la longueur entre les arasements.

L'entraînement automatique des pièces est opéré par une chaîne de Galles munie de guides-pièces.

Le serrage automatique des pièces sur leur support est :

— *pneumatique*,

— *ou assuré par des ressorts réglables.*

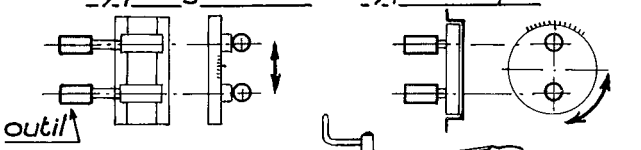
Il existe des tenonneuses doubles qui permettent d'exécuter des arasements :

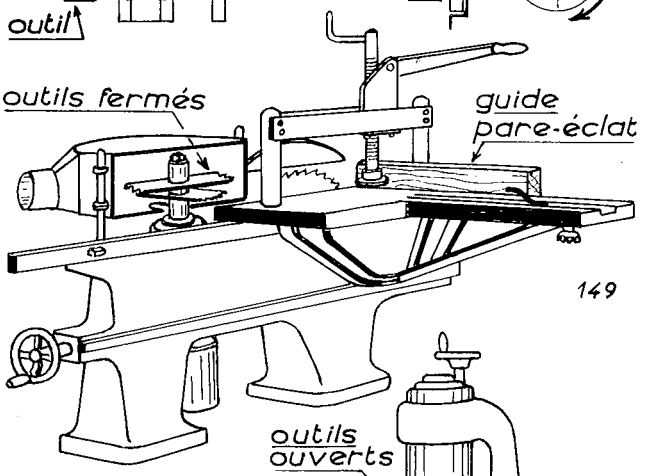
— *parallèles*, d'équerre ou obliques aux rives de la pièce,

— *convergents* pour l'industrie du siège.

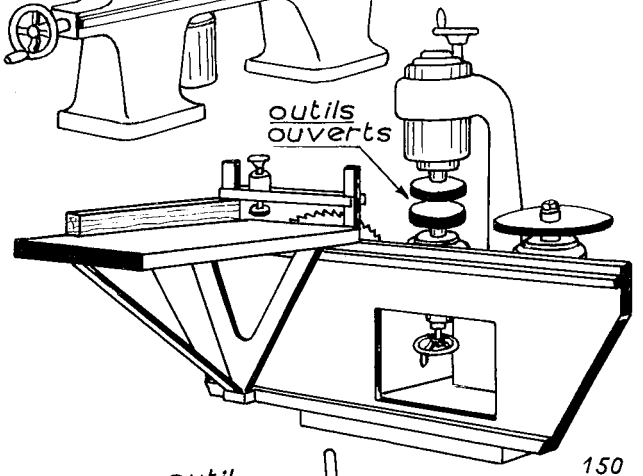
Nota : Les tenonneuses décrites ci-dessus ne sont pas limitatives.

RÉGLAGE DE L'ÉPAISSEUR DU TENON

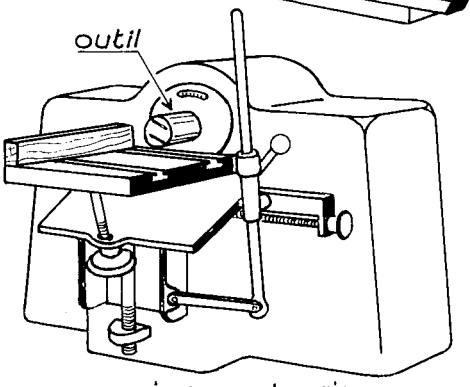




149



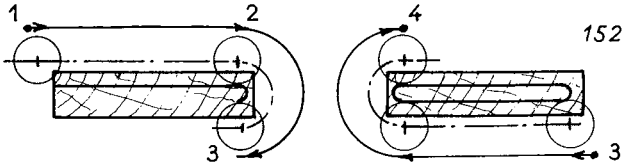
150



151

TRAJECTOIRE DE L'OUTIL

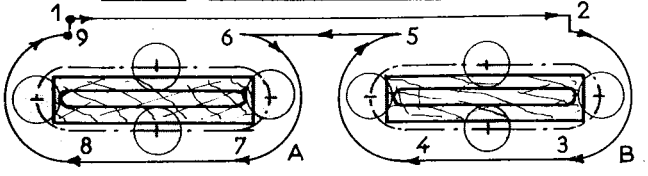
fraisage d'un tenon



152

fraisage de deux tenons

153



LE PERÇAGE

Le perçage mécanique de trous cylindriques tient de nos jours, une place importante dans l'usinage des bois. Il sert à maintenir par des boulons (fig. 154), des vis (fig. 155), et des tourillons (fig. 156), les assemblages, à consolider ceux-ci au moyen de chevilles, à fixer des pièces métalliques, ex. : taquets pour tablettes (fig. 157).

Tous les perçages n'exigent pas la même netteté de coupe du bois et n'admettent pas la même tolérance de cotes. Cela varie avec les professions, et aussi avec l'interchangeabilité des pièces. En règle générale, les travaux de perçage peuvent être exécutés :

a) **d'après un tracé préalable** (fig. 158). Cette méthode de travail est peu précise et convient à l'usinage d'un nombre de pièces très limité.

b) **sans tracé préalable** (fig. 159). On obtient ainsi un usinage rigoureux que l'on réserve à un nombre important de pièces, mais qui exige des montages coûteux ou des machines spéciales.

CONDITIONS EXIGÉES DES TROUS A PERCER

On demande qu'ils aient :

1° ***Un positionnement correct*** par rapport aux lignes d'un tracé quel que soit l'état du bois : homogène, hétérogène, ou à texture forte ou faible.
On dit qu'un trou a coulé lorsqu'il n'est pas en bonne place.

2° ***Une disposition angulaire précise***

non influencée par l'état du bois : bois hétérogène (bois de printemps et bois d'été), zones de nœuds, contre-fil.

3° ***Une forme parfaitement cylindrique,***

4° ***Des bords d'entrée et de sortie vifs*** et non arrachés,

5° ***Un fond aussi plat que possible***

lorsque le trou ne traverse pas la pièce de part en part. On dit, dans ce cas, que le trou est borgne.

QUALITÉS REQUISES POUR LES MÈCHES

Les mèches (fig. 160) sont les outils essentiels du perçage. Elles doivent permettre de :

1° ***Percer un trou à une place précise;*** on appelle cela centrer le trou. On obtient cette précision en exécutant d'abord un petit trou (on dit amorcer) au moyen d'une menue pointe de centrage dont est munie la partie active des mèches.

2° ***Conserver à l'outil sa direction initiale.***

On évite le flambage des mèches lorsque leur corps :

a) **pénètre, sans jeu, dans le trou,** grâce aux lèvres de guidage ou listeaux dont elles sont pourvues.

b) **résiste aux efforts de pénétration et de torsion.**

Pour résister à ces efforts, il faut choisir des mèches :

— *aussi courtes que possible,*

— *comportant une âme de forte section* grâce à des rainures peu profondes.

Les efforts de poussée et le couple de torsion des mèches varient avec :

— *la nature des bois à percer,*

— *le diamètre des mèches,*

— et *leur vitesse de pénétration* qui est traduite par leur avance dans le bois par tour d'outil.

Elle est comprise entre 0,5 et 1,5 mm avec une vitesse de rotation de 3 000 tr/mn. On obtient ainsi des vitesses de pénétration de 1,5 à 4 m/mn.

Les efforts nécessaires de poussée des mèches exprimés en kilogrammes pour percer les bois durs sont donnés par le tableau suivant :

DIAMÈTRE DES MÈCHES	AVANCE PAR TOUR EN mm		
	0,5	1	1,5
10	11	14	16
20	15	20	23
30	18	25	28

Le moment de torsion supporté par la mèche est exprimé en cm/kg.
Il est, pour les bois durs, donné par le tableau suivant :

DIAMÈTRE DES MÈCHES	AVANCE PAR TOUR EN mm		
	0,5	1	1,5
10	9	14	16
12	11	17	19
14	13	20	22
16	15	23	26

On diminue de 30 % les valeurs indiquées dans les deux tableaux lorsqu'il s'agit de percer des bois tendres.

Nota : Les phénomènes de frottement peuvent varier largement et entraîner une modification des chiffres donnés précédemment.

3° ***Trancher nettement les fibres du bois dans toutes les directions.***

A cet effet, les mèches sont munies d'un ou plusieurs couteaux latéraux nommés traçoirs. Ceux-ci tranchent les fibres du bois en travers avant qu'elles ne soient attaquées par un couteau frontal.

Nota : Une pointe et des traçoirs trop longs sont fragiles et incommodes pour le perçage de trous borgnes dans des panneaux peu épais.

*4° **Dégager les copeaux du trou.***

Des rainures hélicoïdales, dites goujures, pratiquées dans le corps de la mèche, remplissent cet office.

Nota : Une rainure trop importante diminue la section de la mèche, et sa résistance à la flexion s'en trouve amoindrie.

On constate qu'avec un pas d'hélice :

a) **trop court,** la mèche évacue mal les copeaux. On dit qu'elle bourre.

b) **trop long,** l'angle d'attaque de la mèche devient nul et son effort de coupe augmente.

Pratiquement, on considère l'angle d'inclinaison de l'hélice, le pas étant difficile à préciser (fig. 160).

On adopte les angles d'inclinaison suivants pour le perçage des trous :

— *profonds* : dans du bois tendre : 18°,
dans du bois dur : 20°.

— *peu profonds* : dans du bois tendre : 22°,
dans du bois dur : 24°.

*5° **Percer avec un effort de coupe acceptable.***

La pénétration d'une mèche est tributaire de :

a) **son angle d'attaque positif.** L'importance de cet angle varie avec l'inclinaison de la rainure hélicoïdale de la mèche.

b) **la grosseur de la pointe de centrage.** Une pointe trop grosse travaille dans de mauvaises conditions; elle use le bois plutôt qu'elle ne le coupe.

c) **sa vitesse d'avancement dans le bois.**

*6° **Percer avec une bonne durée de coupe entre deux affûtages.***

Pour atteindre ce but, l'arête tranchante des mèches est :

a) **en acier allié ou fortement allié,**

b) **ou en carbure de wolfram.**

PUISSANCE ABSORBÉE PAR LES MÈCHES

Elle est donnée par la formule suivante :

$$P \text{ en chevaux vapeur} = \frac{M_t v}{r 75}$$

dans laquelle :

M_t = le moment de torsion exprimé en cm/kg,
v = la vitesse de coupe exprimée en mètres seconde,
r = le rayon de la mèche exprimé en centimètres.

LES MÈCHES

Elles sont de types fort divers pour effectuer le perçage de trous profonds en charpente, ou peu profonds, mais très précis, en ébénisterie.

Les mèches comportent des rainures hélicoïdales, dites goujures :

— *à droite*, dans la plupart des cas,

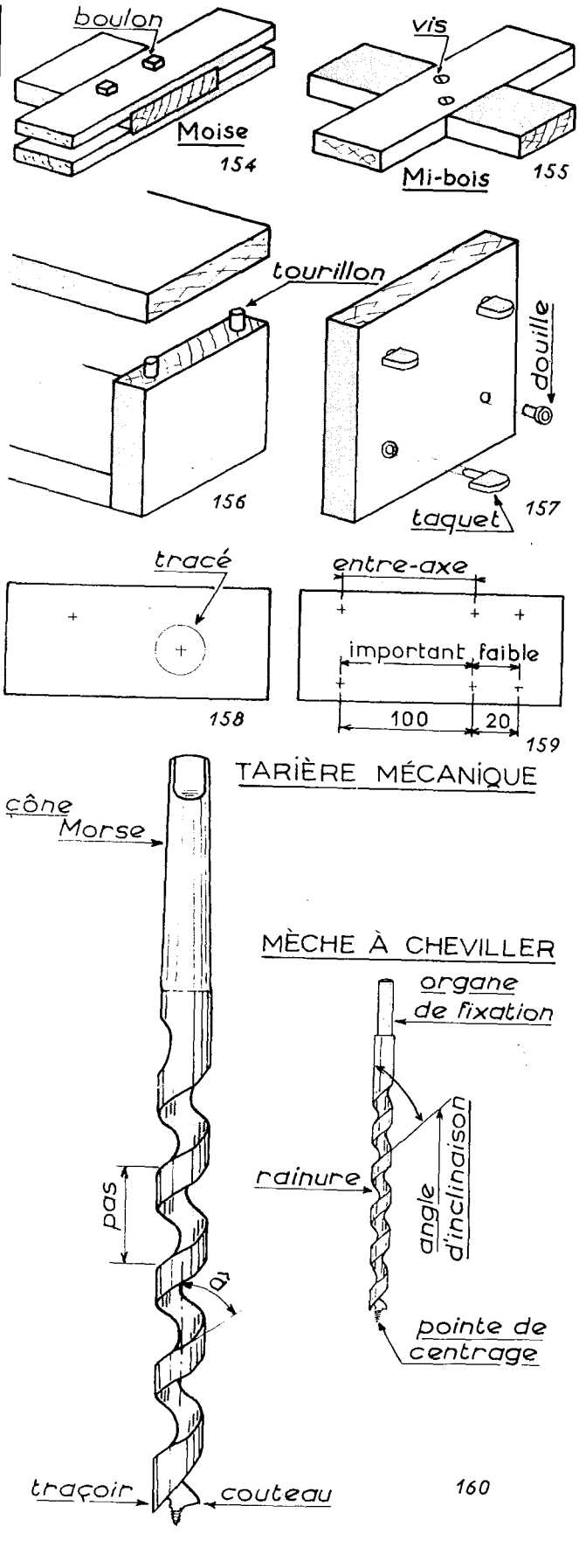
— *à gauche*, pour équiper les machines à broches multiples.

On peut citer comme principaux types :

*1° **Les tarières hélicoïdales*** (fig. 161).

Elles possèdent :

a) **un pas court** qui donne à leur corps de la rigidité. En outre, les torsades de l'hélice s'incrustent dans le trou et améliorent la pénétration des tarières dans le bois.



Les tarières faites en acier au carbone sont laminées et tordues à chaud. En conséquence, leurs rainures hélicoïdales ne présentent pas d'arêtes tranchantes et les risques de bourrage s'en trouvent plus grands.

b) **une pointe de centrage filetée, appelée mouche,**

c) **deux arêtes tranchantes en bout de la tarière** dont l'angle d'attaque est positif,

d) **deux traçoirs latéraux de forme droite ou recourbée** (fig. 162).

Nota : Les tarières donnent satisfaction si elles sont :
— à couteaux droits ou renversés pour percer des bois tendres,
— sans traçoirs, ni vis de centrage pour forer des bois durs (fig. 163).

Avec les tarières hélicoïdales, on peut percer des trous de grande profondeur pour creuser des mortaises en charpente, ou fixer des boulons.

On les utilise avec une perceuse portative possédant une vitesse angulaire très démultipliée afin d'éviter que la mouche de centrage des mèches ne s'engage trop rapidement dans le bois.

La vitesse linéaire des mèches à mouche :

- filetée est inférieure à 0,5 m/s (fig. 164),
- lisse est supérieure à 0,5 m/s sans toutefois dépasser 1,50 m/s (fig. 165).

2° Les mèches hélicoïdales sans traçoirs (fig. 166-167).

Leurs caractéristiques sont les suivantes :

a) **un pas long** et deux rainures usinées qui procurent des arêtes tranchantes latérales avec un angle d'attaque positif,

b) **deux arêtes tranchantes obliques en bout.** Elles forment un angle de 120° et leur angle d'attaque est positif,

c) **une grosse pointe de centrage** issue des arêtes tranchantes.

On utilise les mèches hélicoïdales pour percer des trous peu profonds et sans grande précision.

Avantages et inconvénients des mèches hélicoïdales sans traçoirs.

— Elles sont très résistantes,

— et permettent de bien centrer les trous dans un bois homogène quand elles équipent une machine fixe ;

mais elles coupent mal les fibres du bois en travers et font éclater les bords des trous à l'entrée et à la sortie ; de plus, elles ne permettent pas de bien centrer les cavités quand elles équipent une machine portative et donnent souvent des trous ovalisés.

3° Les mèches hélicoïdales avec traçoirs (fig. 168).

Elles possèdent :

a) **des rainures hélicoïdales** (deux ou trois) à pas très long qui créent des arêtes tranchantes latérales avec un angle d'attaque positif,

b) **une pointe de centrage très fine et lisse,**

c) **des arêtes tranchantes en bout** (deux ou trois) comportant un angle d'attaque positif. Ces arêtes peuvent être rectilignes ou curvilignes selon le principe d'affûtage adopté.

d) **des traçoirs périphériques** (deux ou trois) qui proviennent de l'affûtage intérieur de la mèche.

Les mèches hélicoïdales avec traçoirs sont réservées à l'exécution de trous peu profonds mais devant être placés avec une grande précision.

Avantages et inconvénients des mèches hélicoïdales à traçoirs.

Elles permettent :

— d'obtenir un excellent perçage des trous, tant au point de vue de la précision que de la qualité de coupe des fibres du bois en travers,

— de creuser des trous borgnes dans des panneaux peu épais ;

mais elles exigent une machine fixe, de haute qualité, et elles sont assez fragiles. En outre, leur affûtage est assez délicat, exception faite pour une forme de mèche.

4° Les mèches à double rainure droite.

Elles sont réservées au perçage des panneaux de fibres de faible densité (fig. 169).

5° Ls outils spéciaux.

Ce sont :

a) **les mèches épaulées** dites étagées qui servent à forer des trous concentriques ayant deux diamètres différents (fig. 170).

Nota : Les mèches épaulées en deux pièces sont réunies par une vis de blocage.

b) **les mèches fraises** pour obtenir des trous avec un orifice fraisé (fig. 171, 172).

c) **les mèches extensibles** (fig. 173).

d) **les mèches à défoncer** dites Forstner (fig. 174). On les utilise pour réaliser des entailles à fond plat, peu profondes, propres à recevoir des pièces métalliques ajustées.

e) **les mèches tubulaires,** sortes de scies tubulaires qui découpent des disques dans le bois (fig. 175).

Nota : Les mèches utilisées en mortaisage et en défonçage peuvent servir également à percer le bois.

L'ORGANE ENTRAÎNEUR DES MÈCHES ET LEUR SUPPORT

On fixe les mèches à la broche qui les supporte grâce à un organe d'entraînement qui peut être :

1° Cylindrique.

La liaison mèche et broche est :

a) **bonne** avec des pinces élastiques,

b) **assez médiocre** avec les mandrins à deux mors.

Ces deux organes de fixation conviennent aux machines à une broche que l'on utilise dans la petite industrie.

2° Conique.

L'organe d'assemblage entre mèche et broche de la perceuse est un cône morse (fig. 161). On l'utilise principalement pour entraîner les grosses mèches des machines à broche unique.

3° Fileté.

L'organe entraîneur fileté des mèches doit toujours être limité par :

— *un épaulement,*

— *ou un cône* qui centre bien la mèche.

Pour avoir un entraînement efficace, on oriente différemment les hélices des goujures et du filetage des mèches, ex. : une mèche à droite et son filetage à gauche.

On réserve les mèches à queues filetées pour les machines à broches multiples. Elles permettent de percer des trous d'une position géométrique et d'une profondeur rigoureuses.

LA VITESSE LINÉAIRE DES MÈCHES

Comprise entre 1 et 2 m/s, elle varie avec le type de machine utilisée. Si la plupart des machines ont une vitesse angulaire inférieure à 8 000 tr/mn, les machines équipées de turbines fonctionnant à l'air comprimé ont une vitesse supérieure.

CARACTÉRISTIQUES DES MACHINES À PERCER

1° La position de la broche.

Elle peut être verticale ou horizontale.

2° Le diamètre des mèches que les machines peuvent recevoir.

C'est ce que l'on appelle la capacité de perçage des machines. Elle peut atteindre 75 mm pour les grosses machines à percer. La dimension courante est 20 mm.

3° La course de déplacement de la broche.

Elle varie avec la capacité de perçage et la spécialisation de la machine.

Le déplacement peut être pratiqué :

— *manuellement*; il est alors sensitif.

— *automatiquement*; il est, dans ce cas, électro-mécanique, pneumatique ou hydraulique.

4° La distance comprise entre l'axe de la broche et le support de pièces.

Le réglage se fait en déplaçant rapidement :

— *la tête porte-broche,*

— *ou le support de pièces.*

Un système de butées et un dispositif micrométrique permettent d'effectuer un réglage précis de la course de la broche ou du support de pièces.

5° La commande de la broche par le moteur électrique.

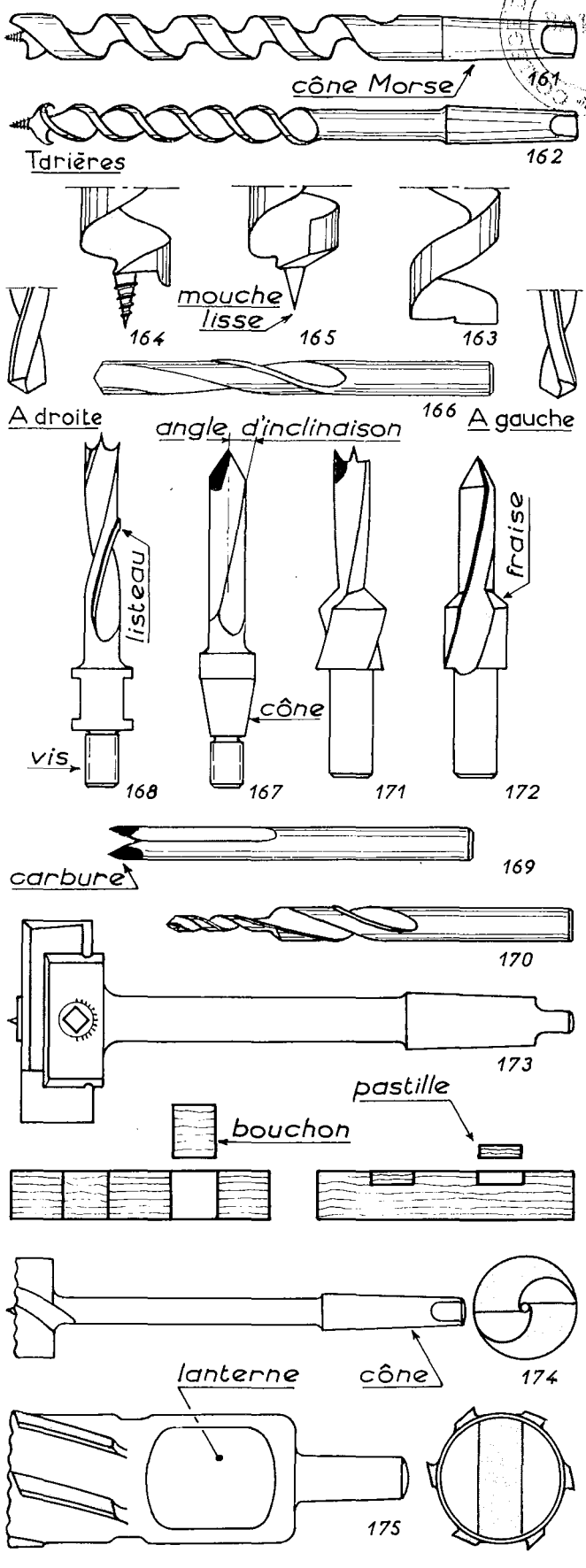
Elle se fait :

— *directement,*

— *avec une courroie* et des poulies,

— *avec un flexible,*

— *ou avec un arbre rigide* à cardans pour des vitesses de rotation assez lentes.



6° La vitesse angulaire de la broche.

7° La distance comprise entre l'axe de la broche et le bâti de la perceuse que l'on nomme la capacité du bâti. C'est un point important lorsqu'il s'agit de forer des trous dans des panneaux de grandes dimensions.

8° La disposition de la table support de pièces.

Elle peut être :

— *fixe ou réglable,*

— *horizontale ou inclinable.*

9° Le serrage des pièces sur la table de la perceuse

Il peut se faire :

— *à la main,* avec ou sans l'action mécanique d'un excentrique par exemple,

— *avec un vérin* pneumatique ou hydraulique commandé au pied ou automatiquement. L'appareil automatique, réglé en fonction du mécanisme des gestes de l'ouvrier qui place et retire la pièce à percer sur la table de la machine, assure également le déplacement des mèches.

LES MACHINES A PERCER

On peut les classer en deux groupes :

1° Les perceuses à broche unique.

On distingue parmi elles :

a) **les perceuses portatives** dites chignoles électriques (fig. 176). Selon le type auxquelles elles appartiennent, leur capacité varie entre 1 et 32 mm, leur poids de 2 à 10 kg.

Avec les perceuses à broche désaxée, on perce des trous dans les angles rentrants.

Les perceuses portatives conviennent pour forer des trous dans les pièces mises en place ou difficiles à déplacer.

On peut fixer ces perceuses sur un support pour les transformer en perceuses sensitives à déplacement guidé par une colonne.

b) **les perceuses fixes.**

Ce sont :

— *les perceuses sensitives murales,*

— *les perceuses sensitives à colonne,* de capacité variable (fig. 177).

c) **les perceuses semi-fixes** à transmission flexible (fig. 178). Elles comportent un petit moteur électrique placé sur un chariot qui se déplace sur un rail situé à 3 m de hauteur. La liaison du moteur et du flexible porte-mèche se fait par l'intermédiaire de poulies étagées à 2 ou 3 gorges qui procurent à la mèche plusieurs vitesses de rotation. Le flexible est composé de torons en fil d'acier contenus dans une gaine de guidage et de protection. Le moteur est alimenté en énergie électrique par un trolley ou de préférence par un câble souple logé dans un enrouleur.

Avantages et inconvénients des perceuses à transmission flexible.

Elles suppriment le poids du moteur à porter,

— et peuvent être transformées aisément en ponceuses à disque ou vibrantes ou encore en défonceuses.

— elles possèdent plusieurs vitesses angulaires.

— elles conviennent bien pour les petits ateliers, mais, leur rayon d'action est limité,

— leur câble flexible doit rester droit ou presque. Si on le cintre, le couple de torsion fatigue énormément et le travail des outils laisse à désirer.

2° Les perceuses multibroches.

On les utilise pour les perçages en série sans tracé préalable.

Elles ont l'avantage :

— *de percer de nombreux trous avec précision en une seule opération,*

— *de supprimer les erreurs* de toutes sortes : de traçage, de mise en place répétée de la pièce sur la table de la machine,

— *de diminuer le temps consacré aux manutentions,*

— *de favoriser la productivité,*

— *de percer des trous tous semblables ou différents.*

a) **les machines à entre-axes fixes.** Elles comportent plusieurs broches animées par une chaîne ou par des pignons qu'entraîne un moteur unique.

Les broches sont placées en ligne droite.

On distingue deux types de machines à entre-axes fixes :

— *les perceuses à broche unique* (fig. 179). Equipées d'une tête orientable, elles peuvent recevoir 2, 3, 4, 5 ou 6 mèches.

La possibilité d'utiliser ou non toutes les mèches, de faire pivoter la tête qui les porte, permet de réaliser de nombreuses combinaisons de perçage.

— *les perceuses à broches multiples* (fig. 180). Elles possèdent un plus grand nombre de mèches que la machine précédente. Seules, les broches utiles reçoivent une mèche. On peut faire osciller de 90° les broches pour percer :

- verticalement de bas en haut,
- obliquement,
- ou horizontalement.

Ces machines sont employées dans l'industrie du meuble pour effectuer des trous propres à recevoir des tourillons ou des pièces métalliques, ex. : taquets pour tablettes.

Nota : On réserve les perceuses bouchonneuses pour percer des trous situés à la place de mauvais nœuds que l'on remplace par une pastille collée de 5 à 16 mm d'épaisseur selon son diamètre. Ces perceuses ont un diamètre de 20, 25, 30 et 35 mm.

b) **les perceuses à entre-axes réglables** (fig. 181, 182). Les broches peuvent être placées en tous sens et travailler verticalement au-dessous ou au-dessus de la pièce, horizontalement ou obliquement. Leur nombre peut s'élever jusqu'à 50.

Ces perceuses comportent deux sortes de moteurs :

— *les moteurs électriques* qui transmettent leur énergie à la broche :

- directement : l'arbre moteur fait alors office de broche. C'est une excellente conception, sauf au point de vue de la consommation de l'énergie électrique qui est importante.
- par l'intermédiaire :

— de courroies ou de flexibles à partir d'un ou plusieurs moteurs électriques. Si la consommation d'énergie électrique s'en trouve réduite, les possibilités de déplacement des broches le sont également.

— d'arbres cannelés et cardans, lorsque les broches tournent lentement.

— *les moteurs à turbine alimentés en air comprimé.*

S'ils procurent des vitesses de 14 à 18 000 tours/minute, on leur reproche :

- de diminuer de vitesse lorsque les mèches coupent le bois.
- de consommer beaucoup d'air comprimé,
- d'avoir un faible couple de rotation.

La cote d'entre-axe des trous à percer peut être :

— *importante.* On utilise, à cet effet, des machines à broches fixes que l'on déplace selon l'écartement des trous à réaliser. La cote d'entre-axe minimum de ces machines correspond à l'encombrement des organes de transmission de l'énergie aux broches.

— *faible.* Lorsque la cote d'entre-axe des trous est inférieure à l'encombrement des broches, on perce simultanément les trous grâce au déplacement automatique :

- des broches,
- ou de la pièce à usiner.

LES PERÇAGES EN SÉRIE AVEC UNE PERCEUSE A BROCHE UNIQUE

L'usinage d'un grand nombre de pièces, rigoureusement semblables, donc interchangeables, exige une précision rigoureuse des cotes d'entre-axes des trous.

La productivité et la précision s'obtiennent avec des montages de perçage dits gabarits de perçage.

De quelle matière sont-ils faits?

— *en bois durs* pour les petites séries, en métal pour les séries importantes.

Ils sont conçus :

— *de façon à ce que l'on puisse situer et serrer rapidement la pièce sans possibilités d'erreurs,*

— *pour faciliter les gestes de l'ouvrier,* dans un but de productivité, mais aussi lui éviter de la fatigue nerveuse : bonne disposition des poignées de manœuvre, des organes de serrage, mise en place facile et sans erreur de la pièce.

On place les montages d'usinage :

a) **sur la pièce** (fig. 183). Le gabarit de perçage guide la mèche et possède autant de trous qu'il en est à exécuter.

On obtient un perçage précis à la condition que les trous soient munis d'un canon de guidage — on dit aussi une cheminée de perçage — en acier trempé, d'un diamètre supérieur de 1/10 de millimètre à celui de la mèche.

Cette méthode de travail donne satisfaction pour le perçage précis de trous borgnes, puisque la face de référence de la pièce repose sur la table de la perceuse.

b) **sous la pièce** (fig. 184). Cette méthode de perçage exige un goujon de guidage — on dit un doigt de guidage — faisant saillie sur la table de la perceuse et placé dans le prolongement de l'axe de la broche.

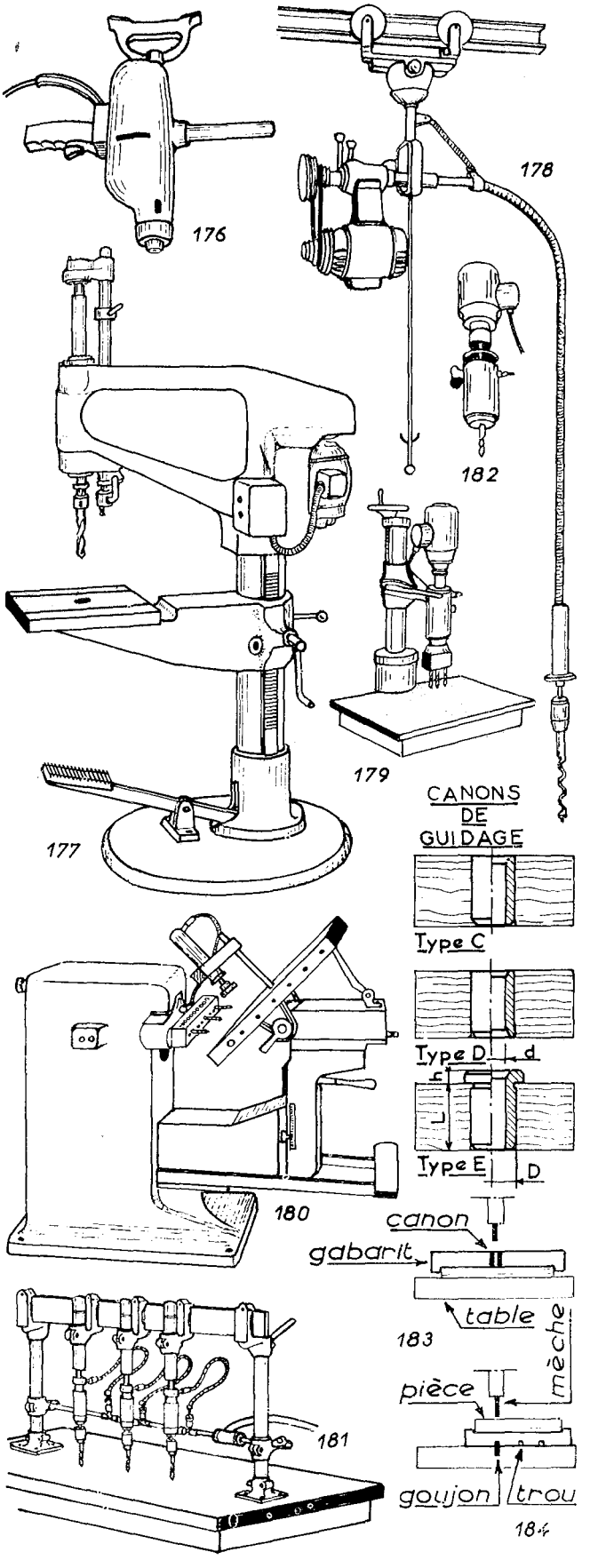
Cet organe de guidage s'ajuste sans jeu :

— *dans un trou,*

— *ou dans des encoches* pratiquées sous le gabarit de perçage.

Nota : On réserve ce montage pour le perçage des petites pièces que l'on peut aisément déplacer avec le gabarit de perçage et mettre en position sur le doigt de guidage.

A retenir que la présence de copeaux ou la mauvaise position de la pièce dans le montage sont des causes d'erreurs de perçage.



LE TOUPILLAGE

Il consiste, le plus souvent, à modifier le profil des pièces de bois par des rainures, des feuillures ou des moulures.

Trois types d'usinage sont à considérer :

— *le profilage en long*, ex. : le rainurage et le moulurage (fig. 185).

— *le profilage en bout*, ex. : le tenonnage (fig. 110).

— *le profilage périphérique*, ex. : le calibrage (fig. 224 à 227).

Tous ces usinages sont réalisés avec des machines appelées toupies.

Ces machines sont très simples; elles comprennent essentiellement une broche support d'outils et une table horizontale qui reçoit les pièces de bois.

Nota : Seule, l'étude du profilage en long sera retenu dans ce chapitre, les usinages du tenonnage et du calibrage ayant fait l'objet d'un chapitre particulier (voir pages 44 et 66).

ÉTUDE DU PROCESSUS DE COUPE

On effectue le toupillage avec des outils animés d'un mouvement circulaire.

1° Les directions de coupe des outils.

Les outils agissent dans diverses directions selon le travail effectué :

a) **une direction longitudinale,** dite en bois de fil (fig. 185). L'outil travaille parallèlement aux fibres du bois, ex. : le rainurage.

b) **une direction transversale** au fil du bois, ex. : l'entaillage (fig. 186).

c) **une direction oblique et variable,** ex. : le moulurage de pièces cintrées (fig. 187).

2° Les dispositions des arêtes tranchantes des outils.

Les arêtes peuvent être :

a) **parallèles à l'axe de rotation des outils,** ex. : la fraise à feuillure (fig. 188).

b) **perpendiculaires à l'axe de rotation** des outils; ces derniers agissent en coupe fauchante, ex. : coupe des outils dits plate-bande (fig. 189).

c) **orientées selon des plans différents** dans les outils à profil constant, ex. : outils des jets d'eau de croisées (fig. 190).

Nota : Une arête tranchante, parallèle à son axe de rotation, effectue une coupe cylindrique, dite coupe tangentielle.

Cette coupe n'est pas favorable à la qualité des usinages.

On l'améliore au moyen :

— *de couteaux complémentaires*, dits grains d'orge (fig. 191). Ils ont une double fonction :

● trancher les fibres du bois avant le passage des arêtes coupantes,

● diminuer l'effort de coupe et, en même temps, l'angle de levage qui favorise les éclats du bois, ce qui est un inconvénient grave.

— *d'arêtes tranchantes inclinées* par rapport à leur axe de rotation. On les trouve dans les fraises, dites à coupe oblique ou hélicoïdale.

Les arêtes tranchantes de ces outils peuvent avoir une orientation unique, dite simple (fig. 192) ou alternée (fig. 193).

L'intersection d'un cylindre et d'un plan oblique par rapport à son axe donne une hélice. Il en résulte que le dos des dents peut être :

— *circulaire*. L'usinage est alors précis et donne satisfaction,

— *rectiligne*. Il y a lieu, dans ce cas, d'utiliser des arêtes tranchantes convexes pour éviter d'aboutir à un usinage concave.

Nota : Avec un outil de faible hauteur, ou des dents peu inclinées, les arêtes tranchantes sont rectilignes, car l'affûtage des dents de coupe hélicoïdale est toujours difficile à réaliser. D'ailleurs, l'usinage est d'une précision satisfaisante.

LES OUTILS

Leur forme varie; on distingue les outils :

— *de forme rectangulaire* (fig. 189).

— *de forme circulaire* : les fraises (fig. 188).

D'après leur conception, deux types d'outils sont à considérer :

1° Les fraises monobloc et outils à deux dents.

Elles se présentent avec des formes variées, sont faites en un acier fortement allié ou comportent des dents à mise rapportée, brasée ou soudée (fig. 194).

Avantages et inconvénients des outils monobloc.

— Ils sont légers et parfaitement équilibrés,

— *faciles à affûter*, car leurs dents sont concentriques;

— *ils suppriment le réglage minutieux* des dents amovibles; mais ils offrent un double inconvénient : leur coût est élevé et leur diamètre d'origine diminue au fur et à mesure des affûtages successifs.

2° Les outils à dents amovibles.

Ils comprennent :

a) **un porte-outil** composé d'un acier au carbone non déformé par un traitement thermique, ex. : outil à calibrer (fig. 195).

b) **des couteaux** de formes diverses fixés au porte-outil par des coins ou des boulons.

Avantages et inconvénients des outils à dents amovibles.

— Ils facilitent l'utilisation des petits outils en acier fortement allié, en carbure de wolfram ou en céramique;

— ils offrent la possibilité de choisir un diamètre de coupe qui convienne à l'usinage;

— ils permettent de conserver au cylindre de coupe un diamètre constant malgré l'affûtage des dents.

— Le corps de l'outil, masse tournante, emmagasine de l'énergie cinétique qui régularise sa rotation;
mais, les outils à dents amovibles sont lourds et difficiles à équilibrer, car il est malaisé d'obtenir des arêtes tranchantes parfaitement concentriques.

Nota : On n'a pas retenu dans cette étude les fers en acier au carbone, non traités, montés radialement dans la mortaise de l'arbre de la toupie, car ils ne conviennent pas à l'usinage industriel des bois (consulter le cours de la classe de 3e).

LES CARACTÉRISTIQUES DES OUTILS

1° Le diamètre du cylindre de coupe.

Les diamètres les plus courants sont :

— 120, 140 et 160 mm pour les fraises et porte-outils dits à calibrer.

— 140, 160, 180, 200 et 320 mm pour les outils à deux dents et à deux groupes de dents.

— 250 et 320 mm pour les plateaux et les disques.

Remarques. Toutes les arêtes tranchantes doivent engendrer une génératrice de coupe unique dont la tolérance maximum est de 0,03 mm.

2° Le nombre des dents.

— *Cas des outils de forme rectangulaire.* Ils comportent, le plus souvent, deux dents, quelquefois deux groupes de dents diamétralement opposés.

— *Cas des fraises.* Leurs dents sont au nombre de **3, 4 ou 8.**

Le choix du nombre de dents se fait en fonction :

a) **de la quantité de matière à enlever,**

b) **de l'importance du travail à effectuer,**

c) **des vitesses angulaires de la broche,**

d) **de la production exigée de la toupie,**

e) **de la nature des arêtes tranchantes.**

3° La forme intérieure des dents.

Les dents des outils sont évidées intérieurement pour recevoir les copeaux détachés par l'arête tranchante. Cet évidement doit être supérieur au volume théorique du foisonnement des copeaux afin que leur évacuation soit facilitée.

CARACTÉRISTIQUES ANGULAIRES DES OUTILS EN ACIER

1° La dépouille et le détalonnage des dents.

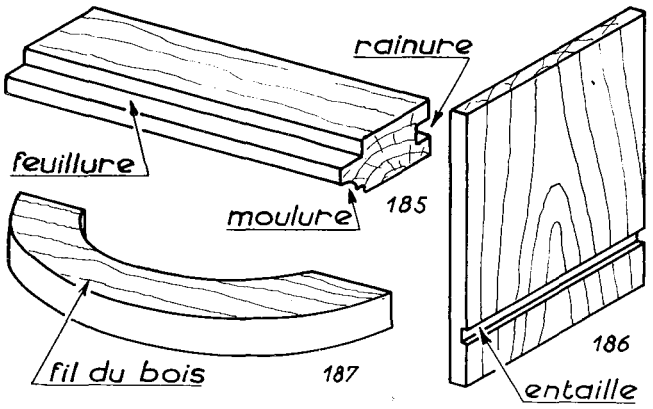
Il est connu que les dents d'un outil animé d'un mouvement de rotation pénètrent facilement dans le bois, si elles sont amincies en arrière de leur front de coupe.

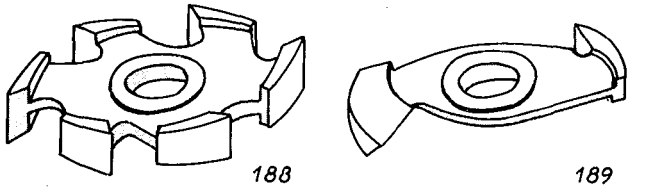
Cet amincissement se nomme :

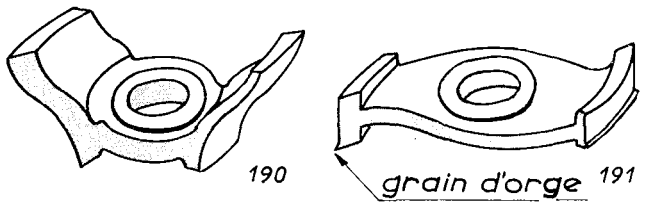
a) **la dépouille** lorsqu'il est réalisé à la périphérie (fig. 196)

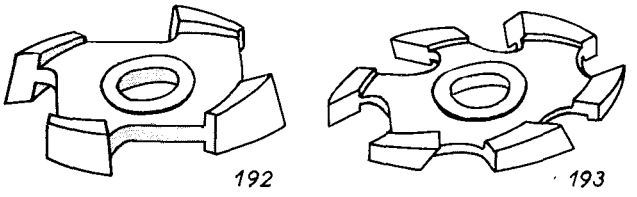
Elle peut être de forme :

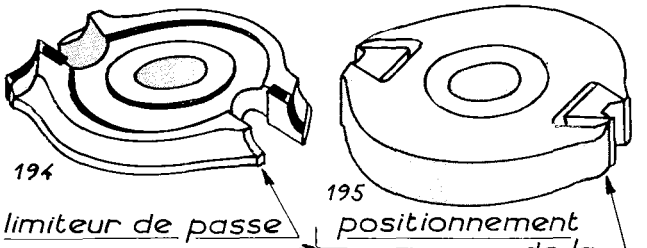
— *rectiligne*, ex. : les fraises à rainures (fig. 196).

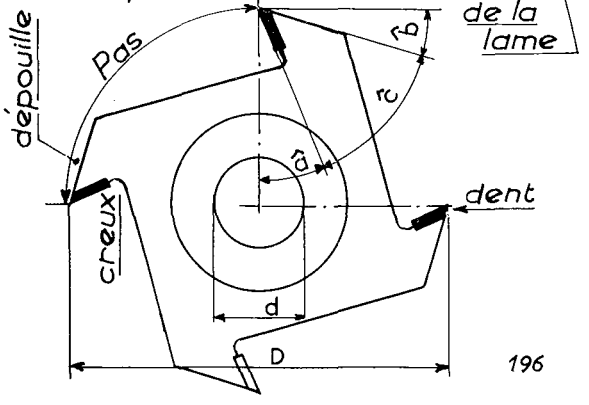












— *curviligne*, ex. : les fraises à feuillures (fig. 197).

On effectue la dépouille curviligne avec une machine spéciale qui reproduit une portion de spirale et permet de conserver intact le profil des fraises malgré les affûtages successifs réduisant leur diamètre.

L'angle de dépouille qui résulte de ce mode de fabrication est parfois trop faible (10 à 12°), de sorte que les outils ont tendance à talonner dans certaines conditions de coupe : celle des bois tendres.

Remarques. La dépouille diamétrale des dents d'un outil favorise l'exécution de passes importantes, mais cause des accrochages intempestifs qui peuvent provoquer des accidents.

Remède. Une butée qui, placée en regard du front d'attaque des arêtes tranchantes des fraises, joue un double rôle :

— *elle limite la profondeur de passe* des arêtes tranchantes à 6 ou 8/10e de millimètre,

— *elle sert d'antirecul* pour les pièces de bois (fig. 194).

b) **le détalonnage** lorsqu'il est réalisé sur les faces de l'outil (fig. 197).

Le détalonnage des dents se fait :

— *radialement et tangentiellement* avec des fraises à profil déformable dites à trois tailles. Ce sont des fraises idéales qui donnent toute satisfaction quant à la qualité de l'usinage, ex. : les fraises à feuillures.

— *radialement* avec des fraises à profil constant, ex. : les fraises à rainer et à plates-bandes. L'absence d'un détalonnage tangentiel des dents fait que l'usinage de ces outils est souvent défectueux.

2° L'angle d'attaque des dents.

Il est conditionné par :

a) **le diamètre du cylindre de coupe :**

Les fibres du bois sont attaquées par l'arête tranchante de l'outil sous un certain angle α compris entre la tangente et le front d'attaque de l'arête.

La valeur de cet angle augmente lorsque le diamètre de l'outil devient plus grand, soit α'.

Le dessin 198 montre que les variations du diamètre influent sur la valeur de l'angle d'attaque.

b) **la coupe du bois qui se fait selon trois directions :**

— *une direction longitudinale* dite en bois de fil. Elle serait identique à celle du corroyage si l'outil possédait un contre-fer, mais il n'en est pas ainsi. Il faut tenir compte, pour l'angle d'attaque, de la nature des bois en contre-fil que l'on peut être appelé à usiner et de l'amenage automatique ou manuel.

— *une direction transversale*, dite en bois de bout, ex. : la rainure d'embrèvement des panneaux à table saillante (fig. 199).

Les fibres du bois, dans ce cas, ne sont pas coupées, mais plutôt cisaillées, avec une tendance à être arrachées; cela impose de prévoir, pour cet usinage, un angle d'attaque plus ouvert que pour l'usinage en bois de fil. Le creux des dents doit être assez vaste pour contenir les copeaux.

— *une direction de flanc*, dite en bois de travers, ex. : les entailles transversales propres à recevoir les tablettes d'un casier (fig. 200). Les fibres du bois attaquées de flanc se coupent assez mal et les arêtes tranchantes doivent être précédées par un grain d'orge qui tranche les fibres en travers. De plus, cette coupe convient peu au toupillage.

NATURE DES BOIS TRAVAILLÉS	DÉSIGNATION DES ANGLES		
	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\hat{c}$
Direction de coupe en bois de fil.			
Bois très durs	17°	10°	63°
Bois durs	20°		60°
Bois mi-durs	24°	à	54°
Bois tendres	29°	12°	49°
Direction de coupe en bois de bout.			
Bois très durs	30°	15°	45°
Bois durs	30°	15°	45°
Bois mi-durs	35°	15°	40°
Bois tendres	35°	15°	40°
Direction de coupe en travers fil.			
Bois très durs	12°	11°	67°
Bois durs	12°	11°	67°
Bois mi-durs	17°	11°	62°
Bois tendres	17°	11°	62°

Nota : Pour un usinage dans toutes les directions possibles des fibres de bois indigènes, avec un amenage manuel, l'angle d'attaque est de 20 à 25°.

PARTICULARITÉS DES OUTILS A COUPE FAUCHANTE

Les arêtes tranchantes de ces outils travaillent à la manière de la faux du moissonneur (fig. 201). Elles permettent d'effectuer des usinages d'une grande surface, sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation de la fraise, ex. : plate-bande des panneaux.

La coupe fauchante est plus difficile à réaliser que la coupe cylindrique, surtout lorsqu'elle se trouve à son point maximum, c'est-à-dire perpendiculaire à l'axe de rotation de l'outil.

Comment les outils coupent-ils?

Il faut tenir compte de plusieurs éléments :

1° L'angle de détalonnage et l'angle d'attaque des arêtes tranchantes.

La coupe fauchante du bois exige :

a) **un angle d'attaque important : 30 à 35°,**

b) **un angle de détalonnage de 4 à 5°.**

Si l'angle de détalonnage est :

— *trop faible*, l'outil glisse sur le bois et opère des reprises en profondeur. C'est le cas des arêtes tranchantes usées qui présentent un contre-biseau.

— *trop grand*, l'outil effectue, de temps en temps, des piqués dans le bois par suite d'un effort de coupe trop important.

Nota : La face inférieure de l'outil doit être légèrement concave plutôt que plane.

On améliore la coupe des outils au carbone en leur donnant du fil en dessous. L'arête tranchante est déportée avec un affiloir.

2° L'orientation de l'arête tranchante.

Par rapport à l'axe de l'outil, l'arête tranchante peut former un angle :

a) **nul,**

b) **négatif** de 10 à 15°, ce qui donne une coupe nette du bois sans exiger un grand effort,

c) **positif** de 15° qui facilite la coupe fauchante des fraises.

3° La coupe en profondeur des fraises.

La coupe des carrés (fig. 202) ou des congés (fig. 203) que comportent les plates-bandes est cylindrique et de faible importance.

Il faut savoir que la coupe des fraises à plate-bande est d'abord cylindrique, puis devient de plus en plus fauchante.

4° Le biseau d'affûtage des fraises à coupe fauchante.

Il présente une surface plane qui ne procure pas la même coupe cylindrique que le carré des plates-bandes. On obtient le biseau grâce à des arêtes tranchantes disposées comme celles que l'on utilise pour les coupes cylindriques, c'est-à-dire parallèlement ou obliquement par rapport à l'axe de rotation.

Toutes les dents des outils à coupe fauchante possèdent une dépouille diamétrale importante pour éviter qu'elles ne talonnent dans le bois. Dans le cas contraire l'effort de pénétration de la fraise s'oppose à la coupe du bois.

REMARQUES PARTICULIÈRES SUR LES OUTILS A COUPE CYLINDRIQUE ET FAUCHANTE

Dans les fraises de cette sorte, la coupe cylindrique et la coupe fauchante ont sensiblement la même importance, ex. : les fraises qui servent à réaliser les moulures en forme de doucine (fig. 204).

Selon la coupe, les caractéristiques angulaires sont différentes :

DIRECTION DES USINAGES	DÉSIGNATION DES ANGLES		
	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\hat{c}$
Coupe cylindrique	20°	10°	60°
Coupe fauchante.....	35°	5°	50°

PARTICULARITÉS DES OUTILS A MISE RAPPORTÉE EN CARBURE DE WOLFRAM

1° Disposition des plaquettes.

Les plaquettes sont brasées de diverses manières :

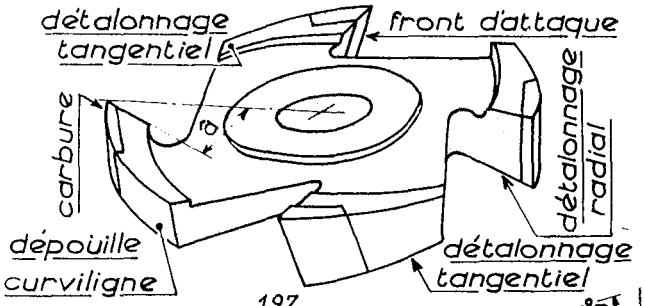
a) **tangentiellement,** lorsque les outils sont affûtés sur la face d'attaque des dents, ex. : fraises à profil constant (fig. 205).

Cette disposition permet d'affûter un grand nombre de fois les dents des outils, mais elle convient seulement pour les fraises dont le profil est peu profond,

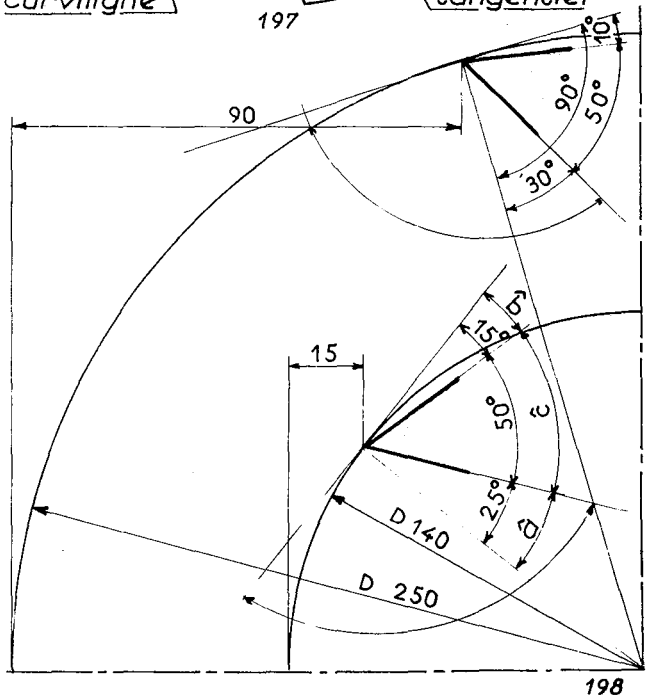
b) **radialement** sur le front d'attaque des dents lorsque les fraises doivent conserver une épaisseur constante, ex. : fraises à rainer (fig. 206),

c) **dans une position intermédiaire** entre les positions tangentielle et radiale (fig. 207) et dans une rainure. Cela assure aux dents une bonne résistance aux efforts de coupe, mais ne permet pas de réaliser des outils au profil profond. On réserve cette disposition pour effectuer des usinages importants avec une vitesse d'amenage rapide.

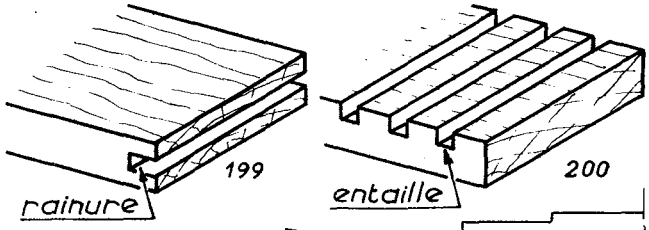
2° Caractéristiques angulaires des fraises en carbure de wolfram à coupe cylindrique.



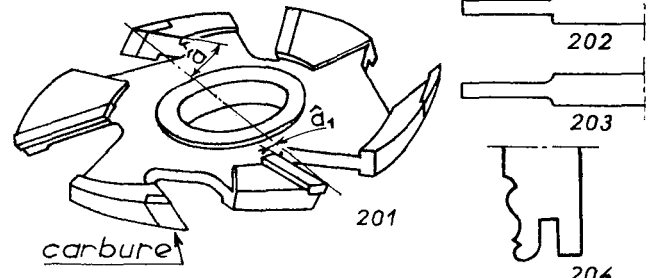
197



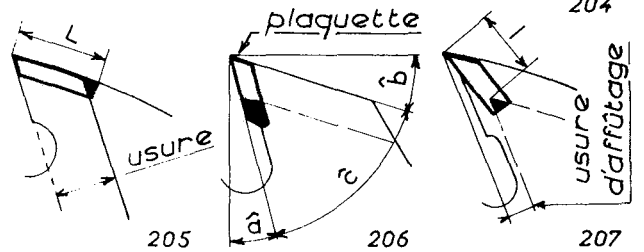
198



199 200



201 202 203 204



205 206 207

Il est bon de ne pas dépasser les valeurs indiquées ci-dessous :

MATÉRIAUX USINÉS	$\hat{a}$
Bois tendres sans nœuds Panneaux de particules	15 à 20°
Bois tendres avec nœuds Bois durs Panneaux de fibres	8 à 15°
Bois collés Panneaux contreplaqués	5 à 10°
Bois améliorés Plastiques stratifiés ou lignifiés	2 à 5°

Nota : Les fraises doivent être classées et rangées avec soin dans des casiers afin qu'elles n'entrent pas en contact les unes avec les autres.

REMARQUES SUR LA TENUE DE COUPE DES OUTILS

Elle est liée :

a) **aux caractéristiques du matériau usiné :**

— *dureté.*

— *abrasivité* : présence de minéraux naturels (silice), de résines synthétiques ou de corps étrangers.

b) **aux conditions de travail :**

— *vitesse angulaire de l'outil,*

— *profondeur de coupe de l'outil,*

— *épaisseur du copeau,*

— *vitesse d'amenage des pièces de bois.*

c) **à la nature du métal** qui constitue les fraises (graphique 208).

La partie active des fraises se fait :

— *en acier fortement allié* de wolfram-chrome ou chrome-molybdène d'une excellente tenue de coupe,

— *en carbure de wolfram* d'une tenue de coupe qui est, selon les cas d'usinage, dix à soixante-dix fois supérieure à celle des aciers fortement alliés.

Nota : L'angle de bec d'une arête tranchante varie selon la résistance de ses constituants : métal ou carbure.

ASPECT CINÉMATIQUE DE LA SURFACE TRAVAILLÉE

Il varie avec :

1° La coupe des outils employés.

a) **la coupe cylindrique du bois** peut être réalisée au moyen de deux sortes d'outils :

— *une fraise à denture droite* (fig. 209). La combinaison du mouvement de rotation de l'outil et du mouvement de translation de la pièce donne un usinage qui présente une suite d'ondulations régulières, identiques à celles du corroyage.

— *une fraise à denture hélicoïdale*, simple (fig. 210) ou alternée (fig. 211). Le pas de l'usinage n'est pas constant. Les ondulations d'usinage sont obliques par rapport aux rives de la pièce.

b) **la coupe fauchante du bois.** Les dents laissent, à la surface du bois, des traits (arcs de cycloïde) plus ou moins visibles et plus ou moins rapprochés selon la vitesse et le nombre des dents de la fraise, la vitesse linéaire et la vitesse d'amenage de la pièce de bois. Les traits sont croisés lorsque les dents frottent sur le bois pendant leur course à vide.

2° Les effets de l'angle de levage en coupe cylindrique (fig. 212).

On sait que l'effort de coupe est la résultante de deux forces : l'une radiale, l'autre tangentielle et qu'un angle apparaît entre la résultante de ces forces (effort de coupe) et la face de la pièce de bois à usiner; il constitue un angle dit de levage. C'est lui qui favorise l'arrachement des fibres du bois, c'est-à-dire les éclats, surtout en coupe cylindrique.

L'angle de levage diminue ou augmente avec :

— *la valeur de l'angle d'attaque,*

— *le diamètre du cylindre de coupe,*

— *la profondeur de coupe de la fraise.*

Nota : La présence d'un grain d'orge diminue les effets d'arrachement de l'angle de levage.

3° L'épaisseur du copeau détaché par les fraises à coupe cylindrique.

Pour trouver l'épaisseur moyenne (em) d'un copeau en millimètre, on utilise la formule de Schlesinger (voir page 10) ou une formule simplifiée

$$em = \frac{A}{\omega Z} K,$$

dans laquelle

A = la vitesse d'amenage du bois exprimée en millimètre/minute,

ω = la vitesse angulaire de la broche en tours/minute,

Z = le nombre d'arêtes tranchantes,

K étant un coefficient qui varie en fonction de la profondeur de coupe et du diamètre de l'outil.

Valeur de K.

PROFONDEUR DE COUPE	DIAMÈTRE DES OUTILS		
	120	140	160
2	0,14	0,12	0,11
4	0,18	0,17	0,15
6	0,22	0,20	0,19
10	0,29	0,27	0,25
15	0,35	0,33	0,31

DÉSIGNATION	QUALITÉ DE L'USINAGE	ÉPAISSEUR MOYENNE DU COPEAU
Bois	Soignée (menuiserie)	0,1 à 0,3
Panneaux de particules	Très soignée (ébénisterie)	0,6 à 0,08
Panneaux contreplaqués	—	—
Panneaux de fibres	Soignée Très soignée	0,1 à 0,2 0,05 à 0,07
Plastiques lignifiés	Soignée Très soignée	0,04 à 0,06 0,01 à 0,06

Nota : A retenir que l'épaisseur de copeaux de moindre usure varie sensiblement avec la qualité de l'affûtage et qu'il n'est pas recommandé d'enlever des copeaux trop fins.

4° Le mouvement de la pièce à usiner.

Les deux mouvements de l'outil et de la pièce peuvent :

a) **s'opposer,** cas généralement utilisé (fig. 213).

b) **avoir la même direction :** c'est la coupe en avalant (fig. 214). Elle a de grands avantages (lire page 8).

5° La vitesse de coupe des outils.

a) **pour les fraises en acier fortement allié,** elle va de 35 à 40 m/s (abaque 215).

b) **pour les fraises en carbure de wolfram,** elle est donnée par le tableau suivant :

DÉSIGNATION	FRAISES A PROFIL DÉFORMABLE	FRAISES A PROFIL CONSTANT
	m/s	m/s
Bois tendres	50 à 90	40 à 80
Bois durs	45 à 80	40 à 60
Panneaux de particules	45 à 85	30 à 70
Bois améliorés	40 à 70	35 à 60
Panneaux de fibres	35 à 70	30 à 60
Plastiques lignifiés		
Panneaux contreplaqués	40 à 80	30 à 60

Ces vitesses linéaires s'imposent en raison :

— de la structure granulaire des fraises munies de dents en carbure de wolfram,

— de leurs arêtes tranchantes fragiles,

— des copeaux de faible épaisseur qu'elles détachent.

Remarques importantes :

Il faut savoir qu'avec une vitesse linéaire :

— *trop faible*, l'outil tend à arracher le bois plutôt qu'à le couper et tend à provoquer des éclats;

— *trop grande*, l'outil devient fragile par suite des tensions internes, et ne coupe pas un copeau dit de moindre usure. Il en résulte une fatigue prématurée des arêtes tranchantes et un usinage de mauvaise qualité.

CHOIX DES OUTILS

On doit tenir compte :

1° Du type de l'outil.

a) **les outils monobloc** à dents brasées ou non. Bien équilibrés, ne réclamant pas de réglage des dents, ils n'engendrent pas de vibrations et sont recherchés aussi bien pour les usinages à l'unité qu'en grande série.

b) **les fraises à dents amovibles.** On les utilise toutes les fois que le cylindre de coupe de l'outil doit conserver un diamètre constant.

2° Du diamètre de l'outil.

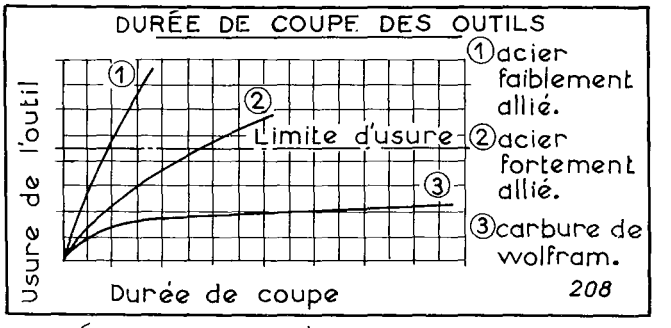
Il doit être choisi en considérant :

a) **le volume de matière à enlever,**

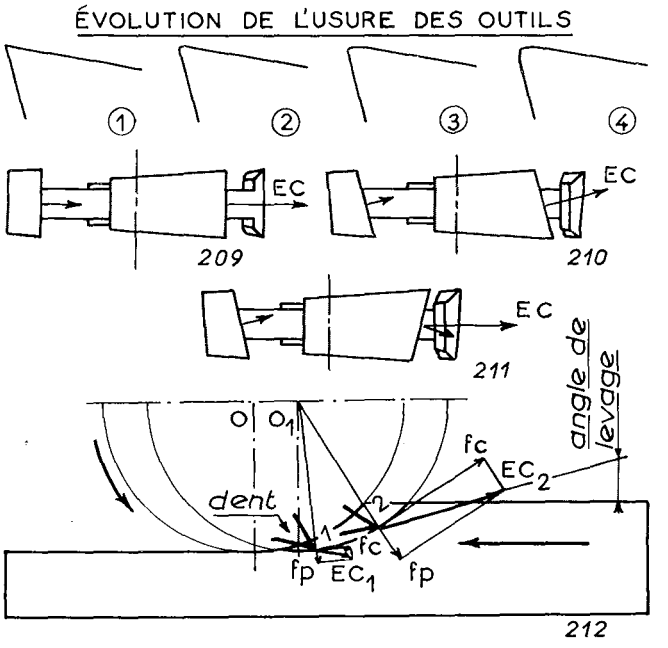
b) **la vitesse angulaire de la broche,**

c) **la profondeur des usinages à réaliser.** Pour les travaux courants, le diamètre de l'outil ne doit pas être inférieur à :

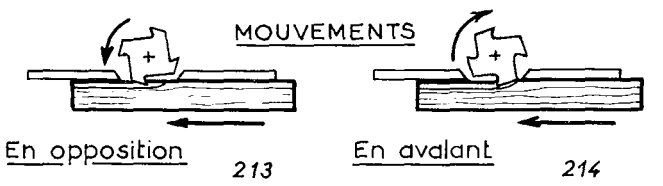
— 120 mm pour une profondeur de passe supérieure à 10 mm,
— 140 mm — — 20 mm,
— 160 mm — — 30 mm,
— 180 mm — — 40 mm.



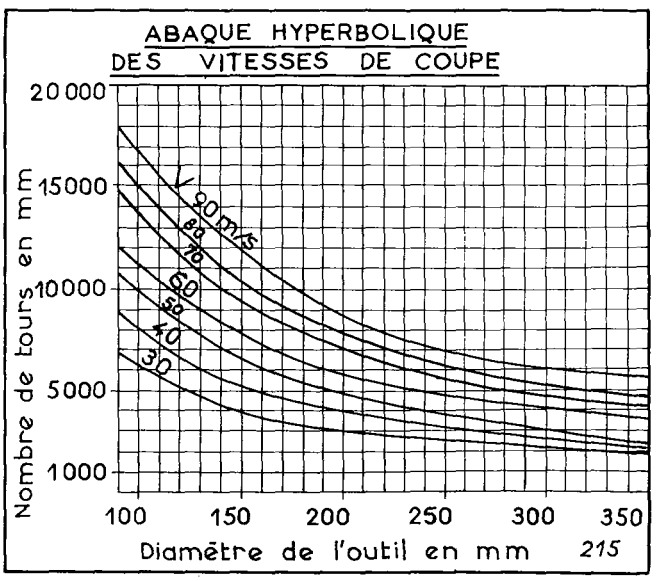
208



209 210 211 212



213 214



215

En tenonnage, le diamètre des outils est tributaire :
— *du type de ces outils : ouverts ou fermés,*
— *de la longueur des tenons.*

3° Du nombre des dents de l'outil.

Pour l'obtenir, de la formule :

$$em = \frac{A}{\omega Z} K,$$

on tire

$$Z = \frac{A}{e\omega} K.$$

Exemple : Trouver le nombre des dents d'une fraise de 140 mm pour une vitesse angulaire de 4 000 tr/mn,
A, la vitesse d'amenage étant de 6 m/mn,
e, l'épaisseur de copeau : 0,03 mm,
K, le coefficient pour une profondeur de passe de 2 mm = 0,12.
L'application de la formule donne ;

$$Z = \frac{6\,000}{0{,}03 \times 4\,000} \times 0{,}12 = 6 \text{ dents}.$$

Nota : Une fraise ne travaille pas dans de bonnes conditions lorsque ses dents ne sont pas réparties uniformément sur le cylindre de coupe.

LES MACHINES

Les différentes parties des toupies sont caractérisées de la façon suivante :

a) **l'arbre par :**

— *son diamètre,*
— *son déplacement; on dit la course,*
— *ses vitesses angulaires,*
— *son inclinaison, s'il y a lieu,*
— *sa possibilité d'être interchangeable ou non,*
— *le système de réglage et de contrôle,*
— *le frein et son organe de blocage.*

b) **la table par :**

— *ses dimensions,*
— *sa forme propre à faciliter le travail de l'utilisateur,*
— *sa conception fixe ou mobile,*
— *le mode de fixation des accessoires* : guides, presseurs, protecteurs et entraîneur de pièces.

Selon leur rendement, on distingue :

— ***les toupies légères,*** aux possibilités réduites qui conviennent pour une petite production,

— ***les toupies lourdes,*** perfectionnées, qui permettent un usinage productif et soigné surtout lorsqu'elles sont munies d'un entraîneur automatique de pièces (fig. 216).

Nota : Il existe des toupies légères et des toupies lourdes adaptées aux travaux de menuiserie et d'ébénisterie.

— ***les toupies doubles;*** les broches tournent en sens contraire, ce qui permet d'usiner les pièces cintrées en couchant les fibres du bois. Ce type de toupie est peu utilisé actuellement.

L'ARBRE DE LA TOUPIE ET SES ACCESSOIRES

On le fabrique en acier allié pour qu'il résiste, durant le travail, au choc des outils. On le rectifie avec précision.

1° Les particularités de l'arbre français.

a) **sa position goémétrique.** Les toupies à arbre vertical unique sont d'un usage courant, tandis que les toupies à arbre horizontal sont d'un emploi rare.

b) **son déplacement,** Il peut être :

— *linéaire.* Le déplacement vertical de l'arbre permet de placer avec précision les fraises à la hauteur voulue par rapport à la surface supérieure de la table support de pièces.
C'est la lecture d'un vernier gradué au 1/10 de millimètre qui donne cette précision.

— *angulaire.* Les toupies à arbre inclinable sont peu utilisées. On les réserve pour les usinages spéciaux d'angles rentrants.

c) **son diamètre.** Il doit être proportionné au diamètre des fraises et à leur hauteur de coupe, selon le tableau suivant :

DIAMÈTRES EN mm		HAUTEUR DE COUPE EN mm
DE LA BROCHE	DE LA FRAISE	
25	80	30
30	100	40
40	140 à 160	60 à 80
50	160	100

Les toupies d'usage courant possèdent un arbre de 50 mm de diamètre.

d) **son type :**

— *monobloc.* L'arbre assure un montage rigide et un centrage parfait des fraises (fig. 217),

— *ou amovible* (fig. 218 et 219).

Avantages et inconvénients des arbres amovibles.

Ils permettent :

— de conserver tout montés un groupe d'outils associés,

— d'utiliser des fraises vissées en bout d'un arbre court,

— d'employer des petits outils économiques en carbure de wolfram si l'arbre est de petit diamètre;

mais leur centrage reste précaire malgré la présence d'un cône de centrage et ils n'échappent pas aux effets gyroscopiques.

e) **la vis de serrage axiale** munie d'un contre-écrou. Le diamètre de la vis varie avec celui de l'arbre et son filetage est :

— *à droite,* pour une toupie tournant à gauche,

— *à gauche,* pour une toupie tournant en sens contraire.

Nota : Les toupies fabriquées à l'étranger possèdent, comme les tenonneuses, un écrou de serrage; cela s'explique ainsi : la mortaise qui reçoit les fers montés radialement détruit toujours à la longue la précision d'usinage de l'arbre (fig. 219).

f) **l'embase.** Elle reçoit les bagues qui maintiennent les fraises en place.

2° Les accessoires de l'arbre.

a) **les bagues** (fig. 220). Elles sont en acier allié et rectifiées avec précision. Elles servent au montage des fraises sur l'arbre de la toupie.

Leur épaisseur varie :

— de 1/10 de millimètre pour les bagues, de 0,1 à 0,9 mm d'épaisseur.

— de 1 mm pour les bagues de 1 à 10 mm d'épaisseur.

— de 10 mm pour les bagues d'autre épaisseur.

On peut les remplacer par des bagues extensibles grâce à un filetage afin d'écarter deux outils associés (fig. 221).

Nota : Les fraises associées, à rainure et languette, possèdent un système propre qui permet de les éloigner l'une de l'autre avec une grande exactitude.
On doit prendre un grand soin des bagues pour qu'elles conservent leur précision d'usinage.

b) **un système de verrouillage.**

Il est constitué par :

— *l'ergot* d'une pédale que l'on introduit dans une cavité de l'arbre de la toupie. Il sert au montage et démontage des fraises,

— *une broche* que l'on introduit dans l'arbre de la toupie pour serrer ou desserrer les broches amovibles.

c) **un système de freinage automatique** ou non qui diminue le temps mis par l'arbre en mouvement pour s'arrêter.

d) **un ventilateur** utile pour chasser les copeaux qui s'accumulent sous la table de la toupie, mais il n'existe pas toujours.

e) **un palier supérieur en haut de l'arbre** nécessaire toutes les fois que l'importance de l'outil et de l'usinage entraîne des vibrations.

MONTAGE DES FRAISES SUR L'ARBRE DE LA TOUPIE

Ce montage intéresse :

1° L'ajustement des fraises et des bagues de réglage sur l'arbre de la toupie (fig. 219 et 222). Il s'obtient :

— *en nettoyant soigneusement les surfaces rectifiées mises en contact,*

— *par un emboîtement à serrage dur.*

Dans le cas d'un mauvais ajustement, la fraise

— **ne tourne pas dans un plan perpendiculaire à l'arbre,**

— **vibre et coupe mal le bois.**

Nota : La fixation et le centrage des fraises au moyen d'un cône extensible sont préférables aux emboîtements cylindriques habituels. Cette fixation n'est pas utilisée en Europe.

2° L'équilibrage des fraises.

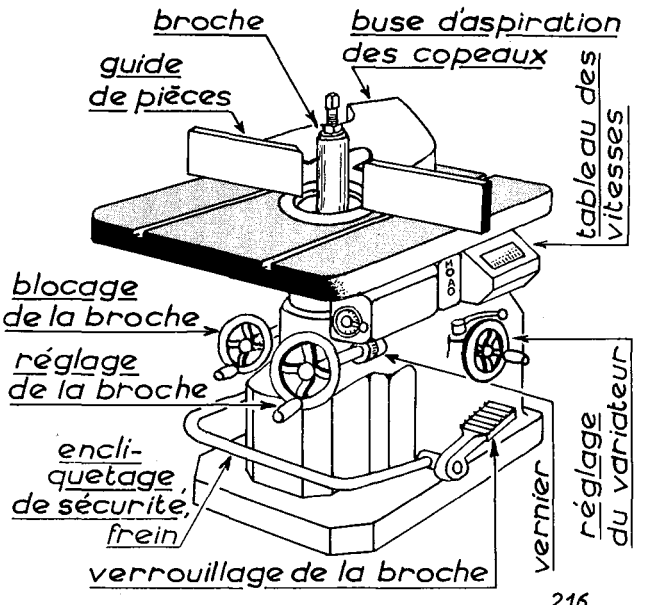
Il concerne :

a) **les outils à dents amovibles.** On obtient l'équilibrage au moyen de couteaux de poids identique, placés sur le même cylindre de coupe,

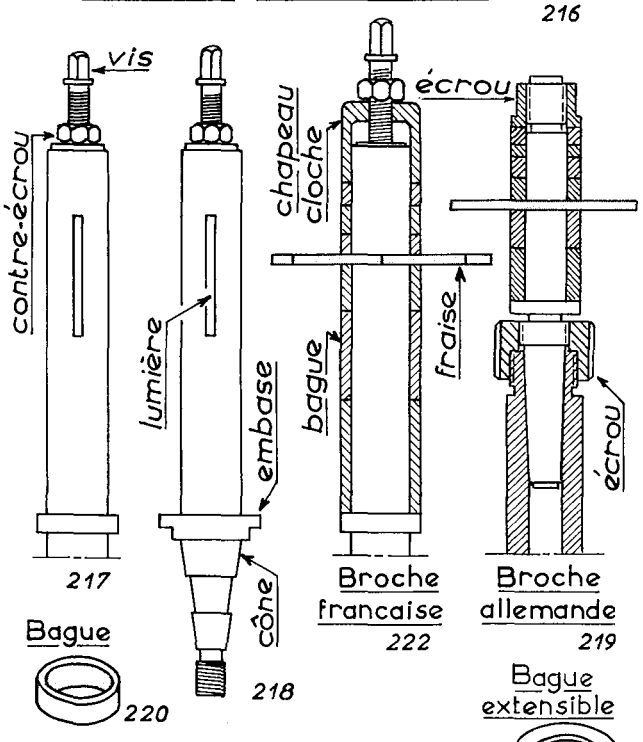
b) **la répartition des dents** sur le cylindre de coupe afin qu'elles n'attaquent pas le bois toutes ensemble lorsque les outils sont associés.

3° La position des fraises par rapport à la pièce de bois.

Sans négliger la face de référence et l'équilibrage de la pièce de bois sur la table de la toupie, on s'efforce toujours, par mesure de sécurité, de faire travailler la fraise sous la pièce à usiner.



216

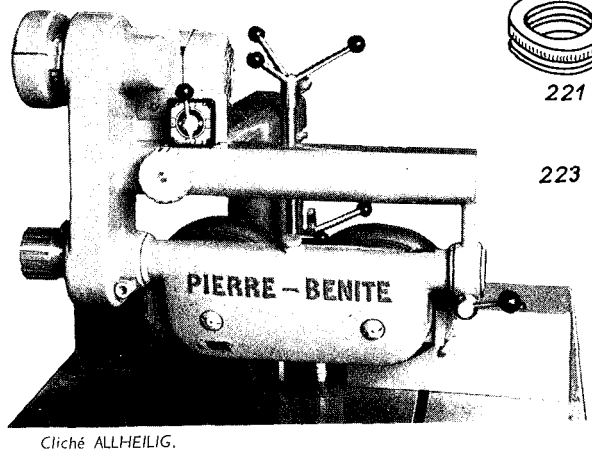


217 218 222 219

Broche française — Broche allemande

Bague — Bague extensible

220 221



223

Cliché ALLHEILIG.

4° Le serrage des fraises et bagues de réglage sur l'embase de l'arbre de la toupie. Il se fait au moyen de la vis axiale dont le contre-écrou agit sur :

a) **une cloche** (fig. 222),

b) **ou un chapeau fendu.**

Nota : On risque la rupture des fraises en les serrant avec une clavette introduite dans la mortaise de l'arbre.

LA COMMANDE DE L'ARBRE SUPPORT DE FRAISES

L'énergie peut être fournie par un moteur électrique :

— *à une vitesse,*

— *ou à deux vitesses.*

La transmission de l'énergie peut se faire :

a) **directement,** le moteur étant calé sur l'arbre de la toupie,

b) **ou par l'intermédiaire :**

— *d'une courroie* placée sur une poulie étagée,

— *d'un variateur de vitesse.*

LA TABLE DE LA TOUPIE ET SES ACCESSOIRES

1° La table de la toupie présente les caractéristiques suivantes :

c) **elle est horizontale ou oblique.** Dans cette dernière disposition, elle joue le même rôle qu'un arbre inclinable.

b) **elle est fixe ou mobile** lorsqu'il s'agit :

— *de modifier son orientation* pour faciliter un usinage. Dans ce cas, la table tourne autour de l'arbre.

— *ou de la soulever* pour travailler au champignon; ceci, grâce à l'articulation d'une charnière.

c) **elle doit permettre le passage de l'arbre.** Selon le diamètre et la position des fraises, l'ouverture circulaire peut être réduite au moyen de rondelles amovibles.

d) **elle est susceptible de recevoir un guide-pièces.** Les boulons de fixation de celui-ci sont placés :

— *soit dans deux rainures rectilignes,* parallèles, en forme de queue d'aronde. Elles sont gênantes, car les copeaux viennent s'y loger ainsi que les éclats et les nœuds qui immobilisent les pièces en cours d'usinage,

— *soit dans une couronne* qui permet à la fois le déplacement en profondeur et la rotation du guide pour l'usinage des pièces longues qui ne trouvent pas le dégagement nécessaire dans l'atelier.

2° Les accessoires.

Ce sont :

a) **les guides de pièces de toutes sortes,**

b) **la buse d'aspiration des copeaux,**

c) **les presseurs et les protecteurs.** Ils contribuent à la qualité de l'usinage, à réduire les fatigues de l'ouvrier, tout en protégeant celui-ci contre des accidents toujours possibles,

d) **l'entraîneur automatique de pièces** (photo 223). Il favorise la productivité et limite le rôle de l'ouvrier pour alimenter la toupie.

LE CALIBRAGE AUTOMATIQUE ET SEMI-AUTOMATIQUE

Le calibrage consiste à usiner une série de pièces semblables d'après un gabarit ou modèle :

— Que l'on place :

- *sous la pièce,*
- *sur la pièce à façonner*

— *ou qui peut être indépendant de la pièce à usiner.*

Les calibreuses assurent une excellente précision et qualité d'usinage.

Une de leurs particularités est que les trajectoires de l'outil et de la pièce ont la même direction; la coupe est donc en avalant. On obtient ainsi un usinage particulièrement soigné.

Le fonctionnement de ces machines est un facteur de productivité et un garant de sécurité pour l'utilisateur.

On emploie les calibreuses pour :

— *des petites pièces* devant constituer un ensemble, ex. : éléments de sièges (fig. 224, 225 et 226).

— *des grandes pièces* faites d'un seul morceau, ex. : dessus de table en plastique lignifié ou constituées de plusieurs éléments emboîtés — dits des sous-ensembles — ex. : un socle d'armoire collé (fig. 227).

Nota : Le calibrage à la toupie avec un amenage manuel est étudié dans le cours de technologie, classe de 3e.

L'OUTIL DE COUPE

Il doit répondre aux exigences suivantes :

— posséder un cylindre de coupe d'un diamètre constant malgré les affûtages successifs pour rester semblable à celui du galet-guide,

— *permettre les opérations de dressage et de profilage,*

— *avoir une bonne tenue de coupe* sous l'action des produits abrasifs naturels ou artificiels.

Pour toutes ces raisons, les outils à dents amovibles sont utilisés de préférence aux outils monobloc.

On distingue deux types d'outils :

1° Les outils à profil rectiligne.

Ils sont à serrage interne (fig. 228, 229) ou externe (fig. 230). Identiques à ceux que l'on emploie pour calibrer à la toupie, ils servent à effectuer les opérations de dressage.

Nota : A la rigueur, il n'est pas besoin que le diamètre des fraises soit semblable à celui du galet-guide.

2° Les outils à profil quelconque.

Ils sont à serrage interne (fig. 231) ou externe (fig. 232 et photo 233) et leurs lames sont placées tangentiellement ou radialement. On les emploie pour réaliser des profilages divers.

LE MONTAGE DES PORTE-FRAISES SUR LA BROCHE

Il se fait :

1° Avec un emboîtement cylindrique.

Le serrage de l'outil est obtenu par un écrou placé en bout de la broche (photo 237).

2° Avec un emboîtement conique et une vis de fixation.

C'est le montage le plus utilisé et qui donne le maximum de satisfaction (fig. 230 et 231).

Nota : Les caractéristiques des porte-fraises varient d'un constructeur à l'autre.
La vitesse angulaire des broches est de 8 000 à 9 000 tr/mn.

LES GABARITS

Ils permettent de donner aux pièces des formes et dimensions rigoureuses.
Pour atteindre ce but, ils doivent être lourds, résistants et indéformables.

1° On les confectionne :

a) **en bois** pour les usinages de petite série.

— *bois massif,*

— *ou bois contreplaqué.*

b) **en métal ou en bois amélioré** pour les usinages de grande série.

2° Leurs dimensions par rapport à celles de la pièce sont variables :

a) **identiques à celles de la pièce à calibrer,** lorsque la fraise à dresser et le galet-guide ont le même diamètre,

b) **plus petites que celles de la pièce à usiner,** lorsque la fraise à dresser ne possède pas le même diamètre que le galet-guide,

c) **plus grandes que celles de la pièce à calibrer,** lorsqu'il s'agit de réaliser des arêtes vives dans les angles des panneaux ou des cadres assemblés. Dans ce cas, les coins du gabarit sont arrondis avec un rayon égal à la différence entre le rayon de la fraise et celui du galet-guide.

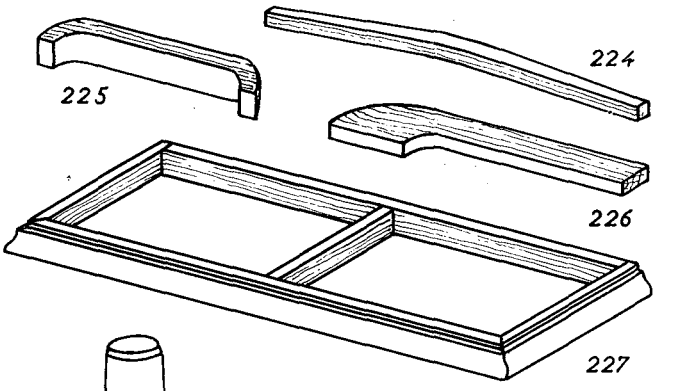
LA FIXATION DES PIÈCES SUR LE GABARIT

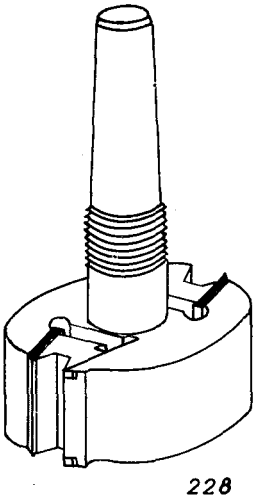
1° Le mode de fixation des pièces.

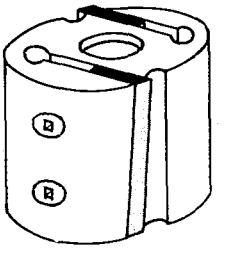
Il dépend :

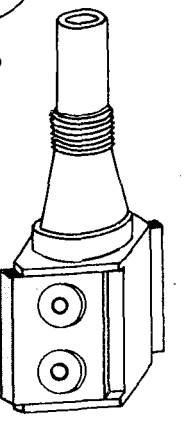
a) **de l'usinage à effectuer sur le pourtour** total ou partiel des pièces, ex. : traverse cintrée de porte.

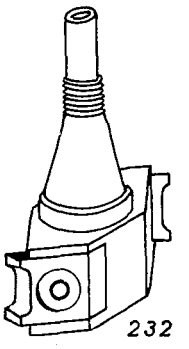
b) **de la présence ou non d'évidements, de trous** qui favorisent ou compliquent la fixation des pièces sans laisser de traces apparentes, ex. : dessus de chaises **en** plastique lignifié tenu par des vis et portes d'éléments de cuisines en plastique lignifié, compensé.

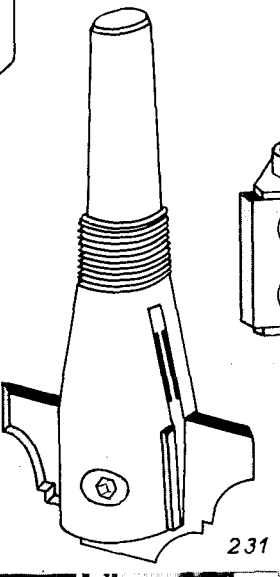


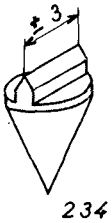

228


229


230

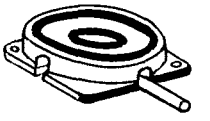

232

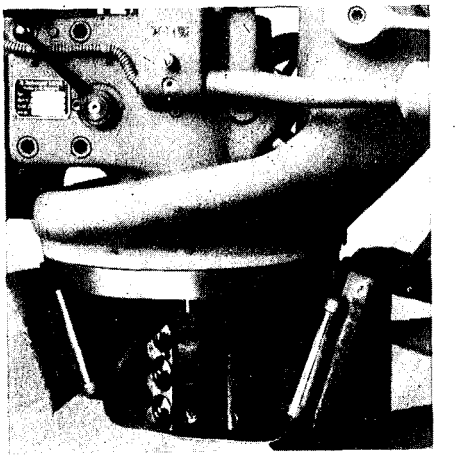

231



234

Plaque d'aspiration


235



Cliché RAIMANN.

2° Les organes de fixation.

Dans tous les cas, ils doivent :

— *assurer une fixation rapide des pièces,*

— *procurer un serrage énergique* pour empêcher tout déplacement des pièces sous l'effort de coupe des outils.

● *Les moyens utilisés* sont :

a) **les picots d'arrêt** lorsque la pièce devant être usinée est à simple face ou destinée à être percée (fig. 234).

b) **des vérins à vis, à came, ou pneumatiques** (photo 239) lorsque les pièces ne sont pas calibrées sur toute leur périphérie.

c) **des ventouses** d'un diamètre approprié aux dimensions de la pièce à calibrer (fig. 235). Ce système permet d'immobiliser les pièces comportant un revêtement très lisse : laques, vernis, ou mélamine des lignifiés et des stratifiés.

On utilise également les ventouses lorsque les pièces sont usinées totalement sur leur pourtour sans porter trace de reprise d'usinage ou lorsque leurs faces ne doivent pas comporter de trous laissés par les vis de fixation.

Les ventouses peuvent être :

— *à vide mécanique* (ventouse des vitriers),

— *à vide pneumatique*, grâce à l'action d'une pompe à faire le vide.

LES MACHINES

On distingue deux types de calibreuses.

LES TOUPIES CALIBREUSES

Elles peuvent comporter :

1° Une broche fixe en position (photo 236).

Ce sont des toupies perfectionnées.

Le gabarit à copier effectue un mouvement circulaire devant l'outil.

Les pièces à calibrer peuvent :

— *avoir la forme du gabarit.*

— *être placées de chaque coté du gabarit.* C'est une disposition à postes multiples qui permet de poser et d'enlever les pièces sur le gabarit sans arrêter l'amenage automatique.

Les machines de ce type possèdent :

a) **un système d'en aînement du gabarit** qui comprend :

— *un pignon entraîneur* tournant en sens inverse de la broche. La vitesse d'entraînement varie entre 3 et 10 m/mn. Elle peut être modifiée au cours de l'usinage, grâce à un variateur de vitesse, lorsque la coupe du bois est à contre-fil.

Le pignon peut être :

● concentrique par rapport à la broche pour un usinage de finition,

● légèrement excentré, grâce à un réglage, pour une passe de dégrossissage.

Nota : On utilise également ce réglage lorsque le diamètre de la fraise n'est pas identique à celui du galet-guide.

— *une chaîne à rouleaux* placée autour du gabarit,

— *un système pneumatique* qui assure le contact entre la chaîne à rouleaux et le pignon d'entraînement. On les éloigne l'un de l'autre pour arrêter l'amenage automatique lorsque l'on veut changer les pièces à calibrer.

— *un galet-guide* de 120 mm de diamètre. Le pignon entraîneur présente cette même dimension.

b) **un gabarit ayant la forme de la pièce à usiner** et l'aspect d'un cadre.

Son pourtour est aménagé pour :

— *recevoir la chaîne d'entraînement,*

— *constituer le chemin de roulement du galet-guide.*

Le galet de pression pneumatique se place dans l'évidement intérieur du gabarit.

c) **un presseur à ressort** qui maintient la pièce sur son support dans le voisinage de l'outil et limite les vibrations de la pièce,

d) **un palier supérieur** en haut de l'arbre. C'est le bras de renfort des toupies. Il sert en même temps de support au presseur à ressort des pièces.

2° Une ou deux broches mobiles en position.

Les toupies calibreuses de cette sorte peuvent être :

— *à simple broche.* Celles-ci ne sont pas commercialisées en Europe.

— *à double broche* (photo 237).

Ce dernier type de machine permet de calibrer en une seule opération les deux faces latérales des pièces étroites, d'une forme quelconque, plus ou moins longues, ex. : montant arrière de chaise.

La pièce à usiner passe entre les deux outils. Sa forme est donnée par le gabarit sur lequel elle se trouve fixée.

a) **les supports d'outil.** Ils sont constitués par deux broches verticales que l'on peut régler :

— *en hauteur,*

— *en position* pour les placer l'une en face de l'autre, ou l'une derrière l'autre. C'est le cas pour quelques types de machines.

Les broches s'appliquent de part et d'autre du gabarit sous l'action d'un système pneumatique.

Le contact entre les broches et le gabarit-guide se fait grâce à un galet-guide.

b) **l'entraîneur du gabarit** support de pièces. L'entraînement automatique des pièces est réalisé au moyen de deux rouleaux caoutchoutés, horizontaux, réglables en hauteur et placés de part et d'autre des broches.

Ils sont à commande pneumatique afin d'obtenir un amenage régulier et éviter les vibrations.

La table de la machine reste fixe. Elle peut recevoir un guide-pièces si l'on souhaite effectuer un usinage rectiligne.

Nota : On utilise une rallonge de table lorsque les pièces à calibrer sont volumineuses.

LES CALIBREUSES RADIALES

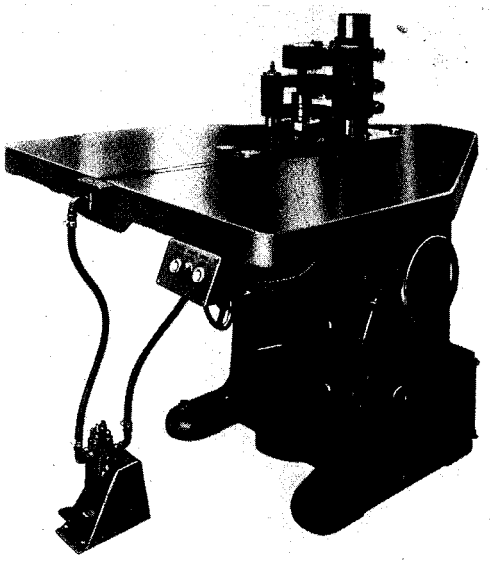
Elles se distinguent des calibreuses du type toupie par leur outil qui se place à l'extrémité d'un bras articulé autour d'un axe, d'où leur nom.

Les calibreuses radiales peuvent avoir :

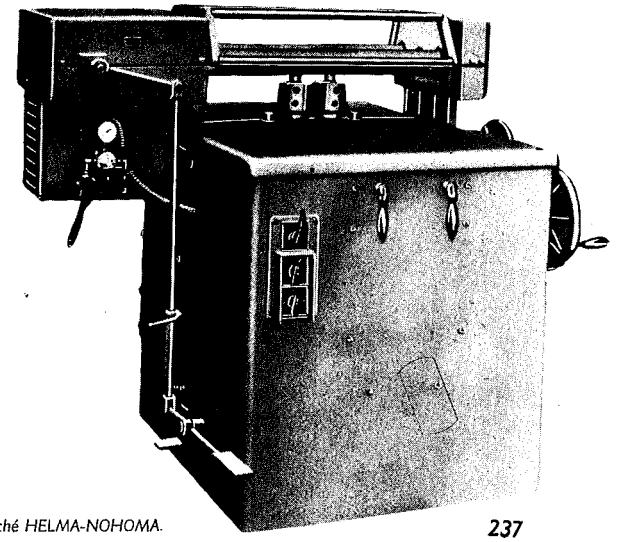
— *un bras réglable en longueur* (photo 238),

— *ou plusieurs bras de longueur fixe* (photos 239, 240).

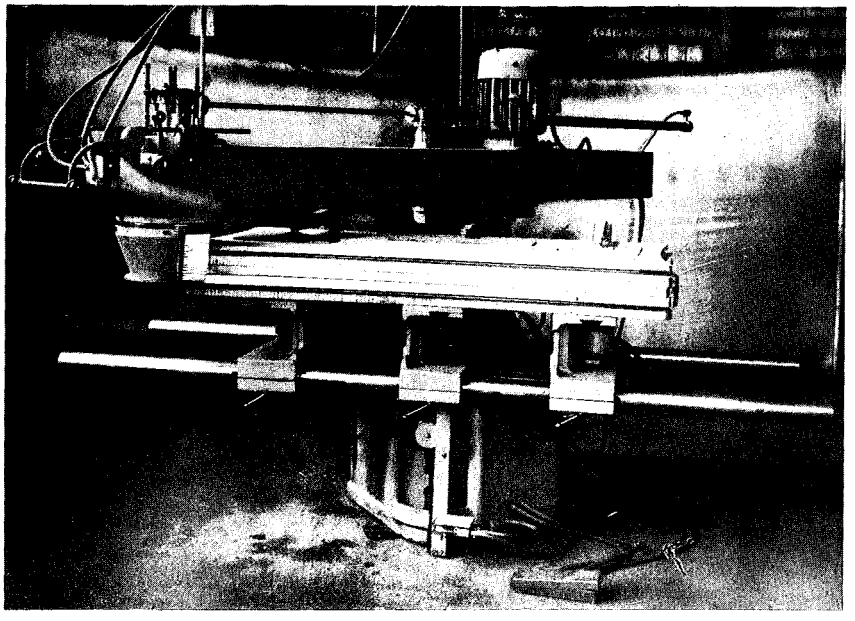
L'outil des calibreuses radiales suit la forme du gabarit à copier. Le contact entre le galet-guide du porte-outil et le gabarit à copier est assuré automatiquement par un système pneumatique. Il en est de même pour le serrage des pièces sur leur suport.



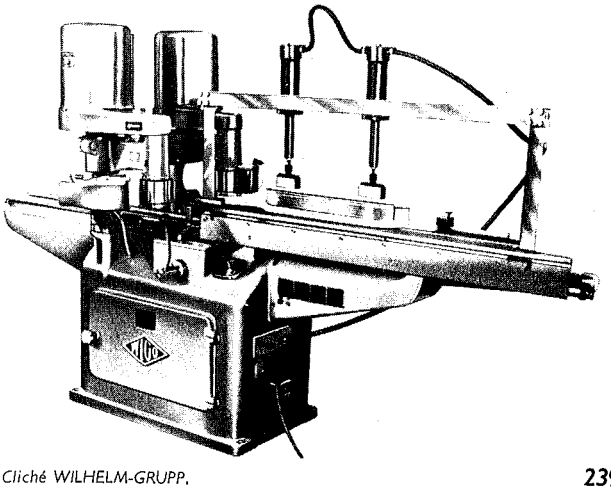
Cliché WINTER. **236**



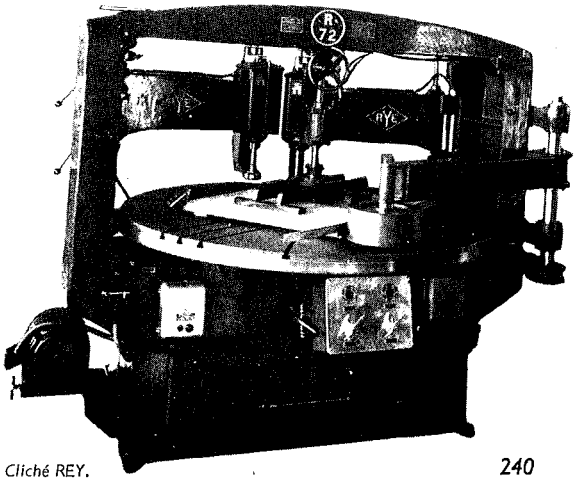
Cliché HELMA-NOHOMA. **237**



Cliché RAIMAN. **238**



Cliché WILHELM-GRUPP. **239**



Cliché REY. **240**

Le déplacement des pièces à usiner peut être :

— *manuel,*

— *ou automatique.*

1° Les calibreuses radiales semi-automatiques (photo 238).

L'outil, placé à l'extrémité d'une poutre réglable en longueur, suit la forme du gabarit à copier. L'opérateur le déplace à une vitesse qui varie avec la direction des fibres du bois afin d'obtenir un usinage soigné.

On réalise le calibrage périphérique d'une pièce en exécutant :

a) **d'abord, trois de ses côtés,**

b) **ensuite, le dernier côté,** lorsque les étriers de serrage ont été placés en regard des rives travaillées.

Les calibreuses semi-automatiques sont peu productives. Elles rendent, toutefois, de réels services pour calibrer des sous-ensembles; par exemple, en ébénisterie.

2° Les calibreuses radiales automatiques.

Le déplacement du chariot support de pièces est effectué par un système hydraulique à vitesses variables; on obtient ainsi un usinage soigné.

Le mouvement du support de pièces à calibrer peut être :

a) **rectiligne alternatif** (photo 239). Le chariot long et étroit de cette machine se déplace entre deux porte-outils placés à l'extrémité de bras articulés de longueur fixe.

Les calibreuses à mouvement rectiligne alternatif permettent d'usiner en une seule passe les pièces longues et étroites, ex. : les dossiers de sièges, les skis, etc.

b) **circulaire** (photo 240). Les calibreuses à plateau circulaire peuvent effectuer un usinage :

— *périphérique,*

— *ou intérieur.*

Elles possèdent deux broches porte-outils à l'extrémité de deux bras d'une longueur fixe;

- L'une des broches effectue un travail de dégrossissage,
- l'autre, un usinage de finition.

La vitesse de rotation du plateau varie selon la difficulté de l'usinage.

Remarque. Pour usiner correctement les pièces de forme rectangulaire, un système mécanique procure une vitesse irrégulière au plateau circulaire des calibreuses.

Des vérins centraux assurent le serrage des pièces et permettent leur usinage périphérique.

Il suffit de faire tourner le plateau pour usiner :

— *soit une grande pièce,*

— *soit des petites pièces* superposées ou non, placées à divers postes de travail.

Les machines comportent :

- un plateau. Son diamètre peut atteindre 1,80 m.
- ou deux plateaux pour doubler les postes de travail.

Les calibreuses radiales automatiques procurent un usinage excellent.

Nota : Pour une question de productivité, les opérations de calibrage peuvent être réalisées :
— sur les tenonneuses doubles automatiques,
— sur les machines multi-faces, etc.

CORROYAGE ET PROFILAGE MULTI-FACES

Un usinage industriel doit satisfaire aux exigences suivantes :

— *permettre d'effectuer un nombre minimum d'opérations d'usinage,*

— *permettre d'éliminer les erreurs de toutes sortes* qui découlent de l'utilisation successive de plusieurs machines simples.

Grâce aux machines multi-faces, on peut atteindre ce double but. A cet effet, elles possèdent un ou plusieurs arbres porte-outils :

- les uns, horizontaux, servent à dégauchir, raboter ou profiler les pièces,
- les autres, verticaux comme la toupie, dressent les pièces en épaisseur, les profilent en largeur. Ils peuvent être inclinables.

Chaque porte-outil travaille comme le porte-outil d'une machine simple de la même catégorie.

On règle l'écartement des porte-outils selon les dimensions des pièces à usiner.

Ces mêmes dimensions déterminent la largeur de la table des machines multi-faces.

Ces machines sont complexes et désignées d'après leur spécialisation sous les noms suivants :

— *la raboteuse multi-faces.* Elle est issue de la raboteuse classique,

— *la parqueteuse.* Elle découle de la dégauchisseuse manuelle,

— *les moulurières à trois ou quatre faces,*

— *ou encore les machines à deux, trois ou quatre faces.*

Elles sont employées pour l'usinage des frises de parquets (fig. 241), des moulures standards du bâtiment et des éléments normalisés composant les huisseries, les bâtis, les portes ou les croisées (fig. 242).

Généralement, on place le parement des pièces à façonner sur la table de la machine.

Toutes les machines sont munies de buses d'aspiration de copeaux.

On peut classer les machines multi-faces en deux catégories :

1° Celles qui dégauchissent le bois (lire page 24).

2° Celles qui ne dégauchissent pas le bois.

Elles possèdent :

a) **une table semi-mobile,**

b) **ou une table fixe.**

L'OUTIL DE COUPE ET SON SUPPORT

L'outil de coupe se place sur un porte-outil qui peut être disposé :

1° Horizontalement pour réaliser un usinage en épaisseur.

On effectue celui-ci avec :

a) **des lames droites** agencées sur un porte-lames cylindrique à serrage interne.

Ce porte-lames peut être du même type que celui de la :

— *dégauchisseuse ou raboteuse*, donc inamovible.

— *toupie*, donc amovible; dans ce cas, il est placé sur un arbre rond avec un emboîtement cylindrique (fig. 243).

Caractéristiques des porte-outils amovibles de corroyage.

— *le diamètre du cylindre de coupe* qui est de : 120, 145 ou 180 mm. Cette dernière dimension est la plus courante.

— *le nombre de lames* qui est de 4, 6 ou 8.

— *l'angle d'attaque*. On adopte celui qui convient à la dureté du bois et à l'usinage en bois de fil (se reporter au chapitre du corroyage, page 16).

— *l'alésage* : 50 mm.

— *la longueur de coupe* : 86 à 335 mm.

b) **des fraises de profilage.** Elles peuvent remplacer les porte-lames ou les compléter. Elles sont à emboîtement cylindrique et maintenues par des bagues de serrage.

Caractéristiques des fraises.

— *le diamètre du cylindre de coupe* : 120, 145 ou 180 mm.

— *l'alésage* : 30, 40 ou 50 mm. Cette dernière est la cote la plus usuelle.

— *l'angle d'attaque*. Il est déterminé par l'usinage en bois de fil et le diamètre du cylindre de coupe.

2° Verticalement pour effectuer un usinage en hauteur.

Le porte-outil est, dans ce cas, constitué par deux broches verticales du même type que les broches des toupies. L'une est fixe en position, l'autre réglable pour s'adapter à la largeur de la pièce à façonner. Elles sont toutes deux réglables en hauteur.

Les broches reçoivent :

a) **des porte-lames** identiques à ceux que l'on place horizontalement,

b) **des fraises** qui sont de deux types :

● les unes sont semblables aux fraises utilisées avec les toupies (fig. 244);

● les autres sont conçues pour un usinage spécialisé, ex. : le bouvetage des fraises de parquets et des boiseries.

ÉTUDE DES FRAISES A BOUVETER

Les fraises à bouveter permettent l'usinage des frises à simple ou double parement, avec ou sans baguette décorative, de 10, 14, 18, 24, 30 et 40 mm d'épaisseur.

On affûte les fraises à bouveter sur leur front d'attaque. Cette opération modifie l'écartement des fraises associées qui exécutent la languette.

Le jeu nécessaire pour emboîter la languette dans la rainure nécessite un réglage qui varie avec le type auquel les fraises appartiennent.

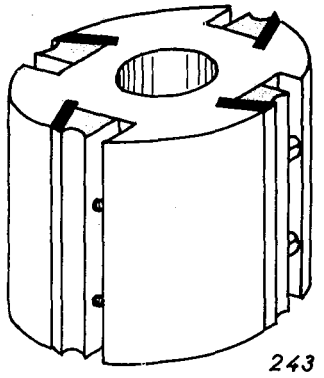
On obtient ce jeu avec :

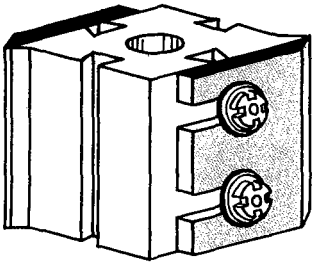
— *des bagues calibrées d'épaisseur* (fig. 245),

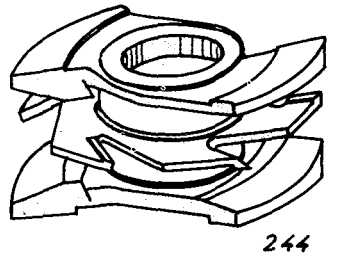
— *des bagues extensibles* reliées par un filetage (fig. 246),

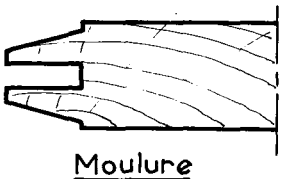
— *ou bien des vis d'écartement* dont la tête est graduée (fig. 247).

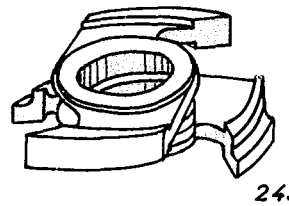
Nota : Les fers droits fixés radialement ou tangentiellement sur un porte-outil prismatique sont périmés.

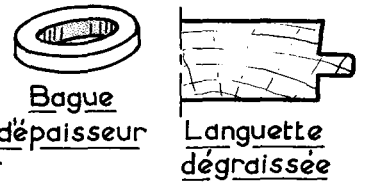


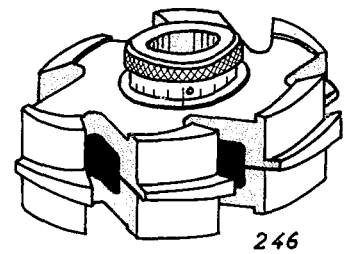


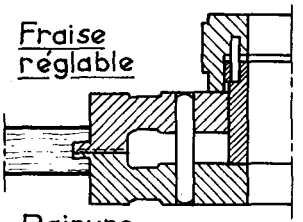


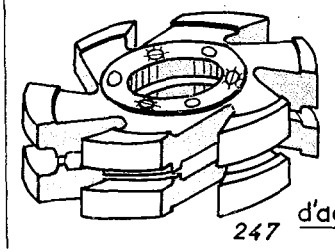


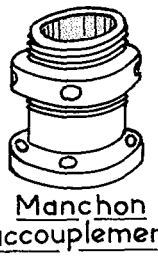


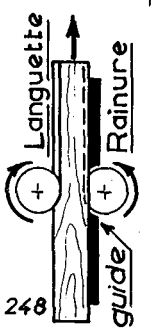












LE PROBLÈME DE LA FACE DE RÉFÉRENCE DES PIÈCES DE BOIS

Créer deux plans de référence est de grande importance pour obtenir un usinage de qualité avec des machines multi-faces.

Les pièces de bois peuvent être dressées :

1° Directement sur la machine elle-même.

Cette disposition est peu répandue (lire le dégauchissage automatique, page 24).

2° Préalablement avec :

a) **une dégauchisseuse à simple ou double face,**

b) **une scie circulaire pour dresser les champs,**

c) **une machine munie d'une fraise.**

L'AMENAGE MÉCANIQUE DES PIÈCES DE BOIS PRÉALABLEMENT DRESSÉES

L'amenage régulier et rectiligne des pièces de bois à usiner présente des difficultés.

On le réalise, selon la spécialisation de la machine, au moyen :

1° De cylindres ou de galets cannelés du même type que ceux de la raboteuse.

Mais on les utilise assez rarement, car l'entraînement du bois est défectueux par suite :

— *de la pression des rouleaux d'entraînement* qui est :

● trop forte, ce qui freine l'amenage des pièces de bois à cause du frottement important sur la table de la machine.

● ou trop faible, ce qui favorise le patinage des rouleaux d'amenage sur les pièces de bois.

— *de la pression des presseurs latéraux* (lames de ressort ou galets) sur la pièce qui peut être :

● trop grande; alors l'amenage est mauvais.

● ou trop faible; les pièces de bois ont tendance à se détacher graduellement du guide et à pivoter sur elles-mêmes.

2° D'un tapis roulant.

Cette sorte de table sans fin est constituée :

a) **de mailles en acier,**

b) **ou de bandes en caoutchouc.** Ce système d'entraîneur offre le double avantage d'effectuer le déplacement des pièces :

— *sans un effort exagéré de frottement,*

— *en les maintenant dans leur direction initiale.*

Remarques. On a tendance actuellement :

— *à abandonner le principe d'amenage traditionnel* qui consiste à utiliser un système d'amenage unique placé à l'entrée de la machine.

— *à remplacer les presseurs* placés de part et d'autre des outils par des organes entraîneurs qui tirent et poussent les pièces de bois à usiner. Ce système d'amenage, réparti sur toute la longueur de la machine, donne satisfaction.

LES DISPOSITIFS QUI ASSURENT LA TRANSLATION RÉGULIÈRE DES PIÈCES A USINER

Ils peuvent être :

1° Des galets traceurs taillés en biseau.

Placés en fil l'un derrière l'autre, ils tracent un petit sillon canalisateur.

Ce conduit peut :

a) **coïncider avec le creux d'un profil de moulure,**

b) **ou disparaître lors du rabotage de la pièce de bois.**

2° Des rainures de guidage qui s'emboîtent dans des rails de même profil placés :

a) **sous la pièce à usiner,** ex. : moulure électrique, bois pour les crayons.

b) **sur le côté de la pièce à usiner,** ex. : frise de parquets (fig. 248). La rainure de la frise de parquets s'applique toujours contre le guide de pièces placé sur la droite de la machine. Cet emboîtement canalisateur favorise l'affleurement des fraises de parquets entre elles qui autrement n'auraient pas une épaisseur uniforme.

RÉGLAGE DES MACHINES MULTI-FACES

C'est une opération assez longue qui comporte :

1° La mise en place des outils sur leur support.

2° Le réglage des outils et divers organes de la machine pour obtenir avec précision les cotes et le profil de la pièce à usiner.

Des verniers et des règles graduées facilitent ce réglage.

3° Le réglage de la vitesse d'amenage des bois.

C'est une condition indispensable pour obtenir un pas d'usinage correct.

$$\text{Pas d'usinage ou longueur d'amenage} = \frac{\text{vitesse d'amenage en mm/mn}}{\omega Z}.$$

Avec ω = la vitesse angulaire exprimée en tr/mn,
Z = le nombre de dents.

LES MACHINES

Leur conception suit toujours l'évolution des techniques.

Cela se manifeste par :

a) **l'emplacement et le rôle des divers outils.**

Il faut savoir que l'on place de préférence les toupies :

● à l'arrière de la machine pour usiner des pièces courtes en chêne,

● au milieu de la machine pour usiner des pièces longues en résineux.

b) **l'amélioration de l'entraînement des pièces à usiner,**

c) **la recherche de dispositifs qui permettent un réglage précis et rapide des outils.**

Il existe deux groupes de machines dont le plan de travail est fixe ou mobile.

Ce sont :

1° Les raboteuses multi-faces.

Le plan de travail, de hauteur variable, imite celui des raboteuses classiques. Ce sont des machines lourdes et leur capacité en largeur est très importante. Leur forme rappelle celle des raboteuses (photo 249).

a) **les raboteuses multi-faces** peuvent réaliser à la fois :

— *sur deux faces* : dégauchissage et rabotage.

Ces opérations sont faites par deux arbres horizontaux :

● l'un, fixe en position, effectue un rabotage de la partie supérieure des pièces de bois,

● l'autre, réglable en position, assure le dégauchissage de la face inférieure de la pièce à usiner.

A cet effet, la table de la machine constitue une dégauchisseuse réglable en hauteur, avec un porte-outil inclus dans la table et comportant deux plans horizontaux : l'un, de présentation, est d'un niveau inférieur à la génératrice du cylindre de coupe, l'autre est tangent à la génératrice de coupe.

— *sur trois faces* : rabotage et profilage grâce à deux toupies.

— *sur quatre faces* : dégauchissage, rabotage et profilage avec deux arbres de toupies (fig. 250).

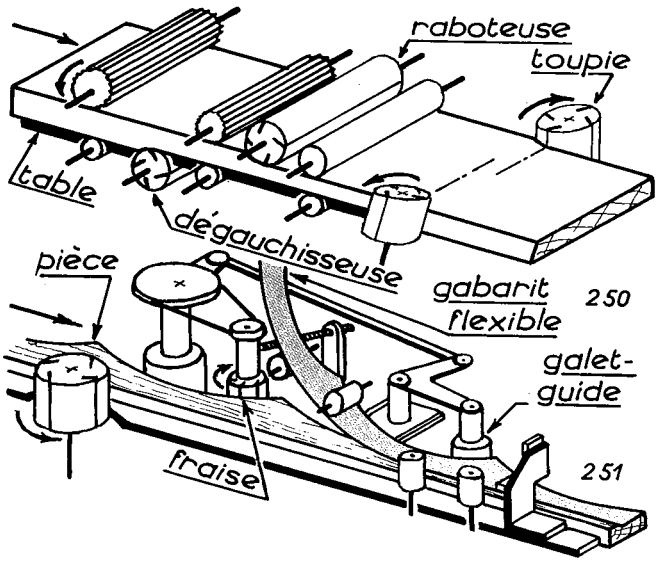
En outre, les machines larges à quatre faces peuvent être équipées de porte-outils complémentaires pour réaliser des opérations :

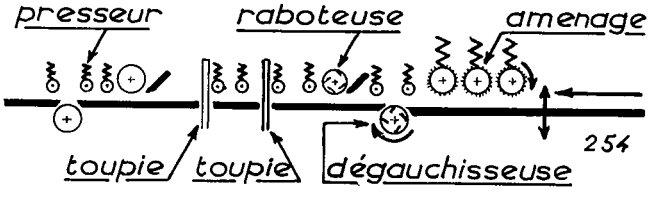
● de sciage.

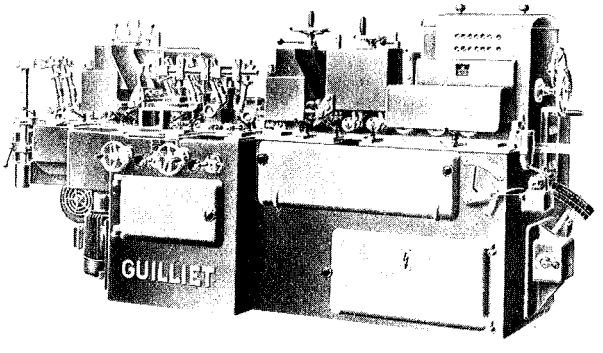
● de calibrage. Cette opération est souvent obtenue avec :

— *un gabarit rigide*

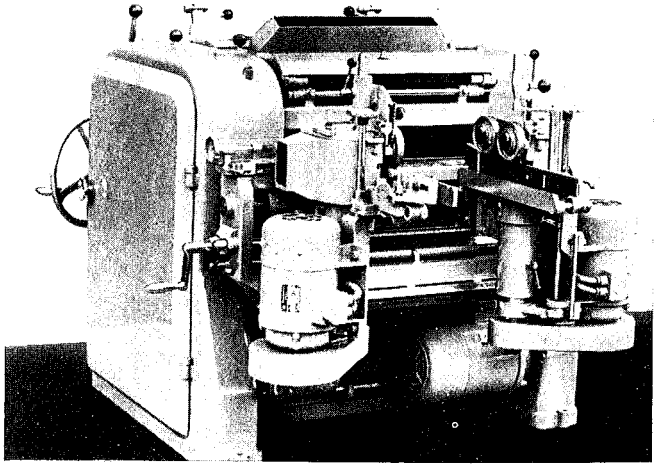
— *ou flexible* : ruban métallique sans fin. C'est l'un des champs qui joue le rôle de gabarit (fig. 251).



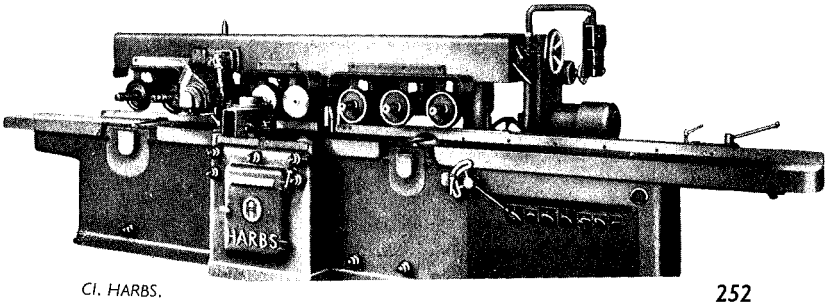




Cl. GUILLIET-AUXERRE. **253**



Cl. ROOS. **249**



Cl. HARBS. **252**

b) **la capacité des raboteuses multi-faces.**

Elle est :

— *en largeur* pour une machine.

● normale de 470 à 605 mm.

● exceptionnelle de 860 mm.

— *en hauteur :*

● de 200 mm pour les machines à deux faces,

● de 120 mm et plus pour les machines équipées de broches verticales.

Remarques.

Les raboteuses actuelles possèdent :

— *des porte-outils supplémentaires inclinables* entre 0 et 90°. Ils font office de porte-outils horizontaux ou de toupies.

— *des rouleaux d'entraînement* d'entrée, cannelés et lisses, solidaires l'un de l'autre par une liaison mécanique.

— *un double couloir d'entrée.*

2° ***Les moulurières.***

Le plan de travail d'une hauteur constante s'inspire de celui des dégauchisseuses.

On classe les moulurières selon leur capacité en largeur.

On distingue :

— *les petites machines* dont la largeur utile est comprise entre 100 et 120 mm,

— *les machines moyennes* dont la largeur utile est comprise entre 150 et 180 mm (photos 252 et 253),

— *les grosses machines* dont la largeur utile est comprise entre 200 et 305 mm.

Les moulurières possèdent généralement dans une position déterminée :

a) **un groupe de rouleaux entraîneurs** placés à l'avant de la machine. Les rouleaux supérieurs sont cannelés; les rouleaux inférieurs sont lisses. Ces derniers peuvent être remplacés par un tapis d'entraînement.

b) **deux arbres principaux de position horizontale :**

— *l'un inférieur*, fixe en position, effectue un travail de dégauchissage.

Cette opération peut être réalisée par deux outils :

● le premier enlève les plus grosses aspérités,

● le second dégauchit d'autant plus soigneusement la pièce de bois qu'elle est plus stable sur la table de la machine.

— *l'autre supérieur*, réglable en position, effectue un travail de rabotage.

c) **deux broches verticales** du même type que celles des toupies.

d) **deux arbres complémentaires,** l'un supérieur et l'autre inférieur. L'un et l'autre de ces arbres peuvent être équipés de scies circulaires qui fractionnent les pièces en largeur.

Remarques.

Les moulurières actuelles possèdent :

— *un dispositif d'entraînement* réparti sur toute la longueur de la machine,

— *un poste central de réglage* et de commande des porte-outils.

LE DÉFONÇAGE

Le défonçage consiste à effectuer des usinages variés de découpage, de perçage, d'entaillage et de profilage sur des pièces de bois de toutes formes (fig. 255).

Les machines utilisées se nomment les défonceuses. La qualité et la précision des usinages qu'elles procurent sont excellentes.

Les défonceuses rappellent les fraiseuses universelles de la métallurgie et les toupies renversées.

Associées avec un gabarit de reproduction, les défonceuses permettent d'exécuter rapidement et économiquement un grand nombre de pièces sans traçage.

Les métiers de la tabletterie, du jouet, du modelage, de l'ébénisterie, de l'agencement, de la menuiserie et de l'outillage, pour n'en citer que quelques-uns, utilisent les défonceuses.

Ces machines donnent toute satisfaction :

— *elles ne réclament pas une main-d'œuvre qualifiée;*

— *elles ne sont pas dangereuses* au cours de leur fonctionnement;

— *les outils dont elles sont munies ne sont pas d'un coût élevé;*

— *elles permettent de supprimer un grand nombre d'opérations d'usinage* telles que le sciage avec une scie sauteuse très lente, le mortaisage, le perçage et le toupillage.

Les défonceuses sont caractérisées par :

— **leur type.** On en distingue trois sortes :

● les défonceuses à table, machines légères qui réalisent l'usinage de pièces tenues à la main;

● les défonceuses à chariots, machines lourdes qui permettent d'usiner les pièces fixées sur une table support;

● les défonceuses radiales pour effectuer des usinages spéciaux.

— **le passage plus ou moins grand entre la broche support d'outil et le bâti** qui prend la forme d'un col de cygne ou d'une colonne.

— **la hauteur sous la broche.** Elle est tributaire de la course de déplacement de la broche et de celle de la table.

— **les dimensions de la table.**

— **la course verticale :**

● de la broche,

● de la table.

— **les vitesses angulaires utilisables.**

— **la force motrice disponible.**

Nota : En raison de leurs outils de petit diamètre, les défonceuses ne permettent pas de gros enlèvements de matière première comme la toupie.

LES OUTILS ET LEUR SUPPORT

On demande aux outils de couper soigneusement le bois dans toutes les directions.

Nombreux et divers, les outils se différencient par leur forme, leur diamètre et le nombre de leurs arêtes tranchantes.

La matière du tranchant de coupe peut être :

— *l'acier fortement allié;*

— *le carbure de wolfram.* Les outils monobloc de petites dimensions sont faits entièrement en carbure de wolfram.

On distingue :

1° ***Les outils à une dent,*** dits mèches à coupe unique (fig. 256).

Leur forme est très simple : un cylindre creusé sur une partie de sa longueur d'une gorge selon une génératrice rectiligne, ce qui donne un couteau de section curviligne. Les outils ne présentent pas de dépouille diamétrale.

Pourtant, comme les mèches, ils doivent couper le bois en bout et latéralement. On obtient cela par un montage excentré qui assure aux outils à la fois l'angle d'attaque requis et l'angle de dépouille diamétrale qui les empêche de talonner (fig. 257).

Caractéristiques angulaires.

DÉSIGNATION	ANGLES D'EXTRÉMITÉ		ANGLE LATÉRAL
	DÉ-POUILLE	DÉGA-GEMENT	BEC
Bois tendre	5°	75°	20°
Bois dur	5°	75°	30°
Panneaux contreplaqués	3°	45°	40°
Bois améliorés	3°	45°	50°

Nota : L'angle d'attaque et de dépouille sont variables et dépendent du positionnement et de la valeur de l'excentrage du mandrin.

— La durée de coupe des mèches est fonction de l'angle de bec de l'outil, dit encore d'affûtage. Toutefois, il est indispensable d'adapter cet angle aux matières usinées, car c'est la qualité du travail qui est prépondérante.

a) **le mandrin de serrage** (fig. 258, 259).

Il joue des rôles divers :

— *il excentre la mèche.* Les mandrins sont désignés par un numéro qui correspond à la moitié du décentrement possible de la mèche.

Si la mèche :

● est trop excentrée, le fond du trou présente une bosse (fig. 260).

● n'est pas assez excentrée, il reste une chandelle dans le trou (fig. 261).

— *il précise la position de la mèche dans le mandrin* grâce à une graduation de ce dernier. Les angles de 30 et 50° dits de positionnement limitent le déplacement de la mèche.

Si cet angle est :

● trop faible, l'outil coupe mal et talonne,

● trop important, l'outil ne talonne pas, mais il pioche et éclate le bois au lieu de le couper soigneusement (fig. 262).

Les valeurs recommandées se situent entre 30 et 50°.

L'angle de :

— 30° convient pour les bois durs et abrasifs,

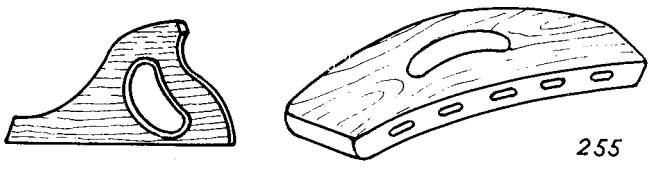
— 50° pour les bois tendres.

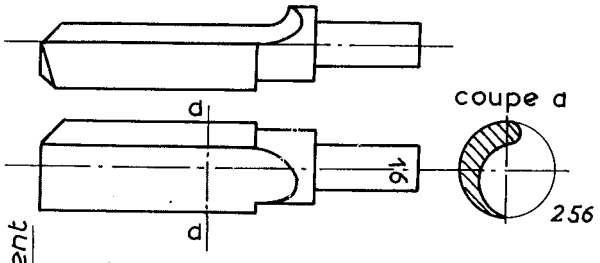
Remarques. Il ne faut pas confondre l'angle de positionnement de l'arête tranchante de la mèche avec l'angle d'attaque.

Le sommet du premier coïncide avec l'axe de décentrement de la mèche, le sommet du second se trouve sur l'arête tranchante de la mèche.

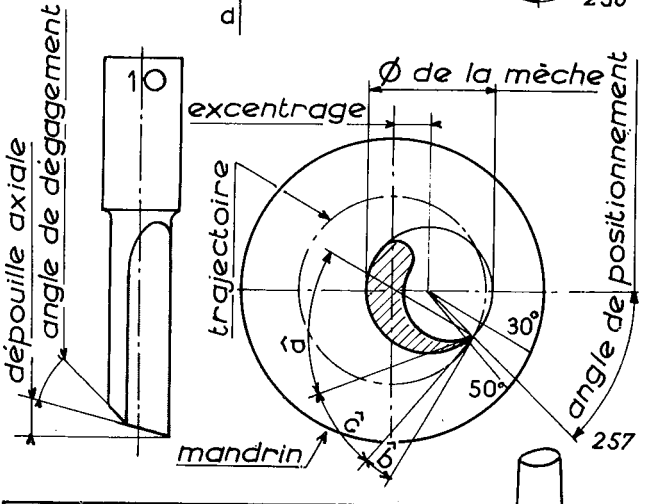
Nota : L'angle d'attaque est influencé par l'angle de positionnement et par l'angle d'affûtage de l'outil (angle de bec).

— *il équilibre la mèche après sa mise en place.*

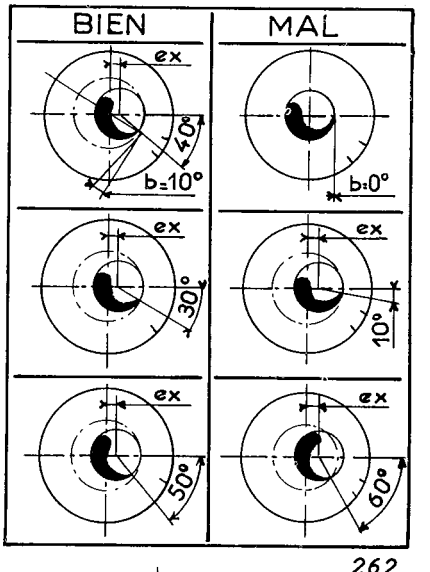

255



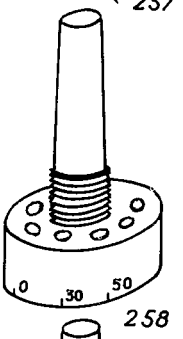
256



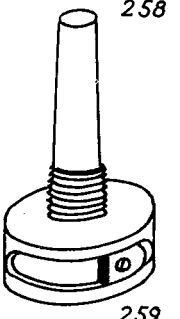
257

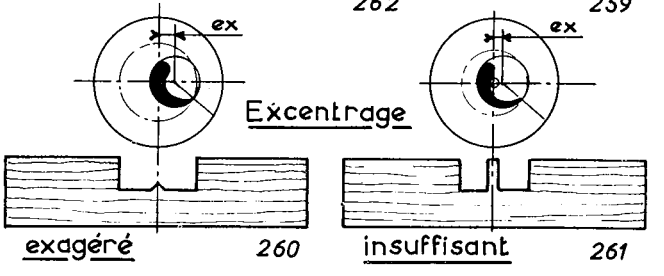


262



258


259



260 261

Le choix du numéro du mandrin se fait en fonction du diamètre de la mèche.

N° DU MANDRIN	DIAMÈTRE DE LA MÈCHE	DÉCENTREMENT DE LA MÈCHE		
		NORMAL	MINIMUM	MAXIMUM
		mm	mm	mm
1,5	4	0,75	0,50	1
2	6	1	0,75	1,25
2,5	8	1,25	1	1,50
3	10	1,50	1,25	1,75
4	12	2	1,50	2,50

Nota : On peut choisir un autre numéro de mandrin à la condition que le décentrement ne soit ni trop faible ni trop important.

Le diamètre des mèches varie entre 3 et 20 mm.

b) **calcul du diamètre du cylindre de coupe en fonction du diamètre de la mèche et de son déplacement.**

Ce calcul permet de déterminer avec précision les dimensions d'un trou ou la largeur d'une rainure à exécuter.

Formule.

$$D = 2\sqrt{x^2 + \frac{\phi^2}{4} + \phi x \cos \alpha}.$$

x = la valeur du décentrement du mandrin en mm.

ϕ = le diamètre de l'outil de coupe en mm.

Cos α de 30° = 0,866.
40° = 0,766.
50° = 0,642.

Exemple : ϕ = 10 mm.
x = 1,5 mm.

$$D = 2\sqrt{(1{,}5 \times 1{,}5) + \frac{100}{4} + (10 \times 1{,}5 \times 0{,}642)}.$$

$$D = 2\sqrt{36{,}88} = 2 \times 6{,}0729 = 12{,}66$$

Diamètre du cylindre de coupe.

DIAMÈTRE DE LA MÈCHE	MANDRIN		ANGLE DE POSITIONNEMENT DE		
	N°	x	30°	40°	50°
4	1,5	0,75	5,34	5,22	5,08
6	2	1	7,78	7,62	7,44
8	2,5	1,25	10,22	10,02	9,60
10	3	1,50	12,66	12,42	12,14
12	4	2	15,62	15,20	14,88

Nota : Il faut remarquer que l'angle de positionnement de la mèche dans le mandrin conditionne le diamètre du cylindre de coupe. Ceci permet d'ajuster avec précision la dimension des perçages ou des rainures à réaliser.

Cependant, cet ajustement modifie la valeur de l'angle d'attaque.

On lui conserve une valeur normale en utilisant parfois :

— un gabarit à reproduire, légèrement plus grand ou plus petit que la pièce à obtenir;

— ou bien un doigt reproducteur, d'un diamètre autre que celui du diamètre du cylindre de coupe de l'outil.

c) **l'équilibrage des mèches à une coupe** (fig. 263, 264). Il doit être parfait pour éviter les vibrations.

Les mandrins devant recevoir une mèche excentrée sont équilibrés au cours de leur fabrication. Toutefois, cet équilibre n'est pas toujours suffisant et doit être amélioré lorsque le diamètre de l'outil est important.

L'équilibrage complémentaire des mandrins est réalisé par des procédés divers :

— *au moyen de vis de longueur différente* que l'on bloque énergiquement au fond d'un des trous qui convient à l'équilibrage.

— *avec de la grenaille de plomb* placée en quantité variable dans un logement prévu à cet effet.

— *avec une masselotte* que l'on déplace dans une rainure circulaire creusée sur le pourtour du mandrin.

PRINCIPE DE L'ÉQUILIBRAGE DU MANDRIN AVEC SA MÈCHE MISE EN PLACE

Un corps rond, équilibré, posé sur un plan horizontal ne roule pas.

Appareil d'équilibrage statique.

Il se compose d'un cylindre dit *broche* qui repose sur deux appuis situés dans un plan horizontal, le tout étant parfaitement usiné.

Utilisation de l'appareil.

Le mandrin et la mèche à équilibrer sont logés dans leur support : la broche.

Si cet ensemble est parfaitement équilibré, il prend une position quelconque sous une légère poussée.

Nota : Un mandrin et sa mèche placés sur l'appareil prennent une position constante lorsqu'ils ne sont pas équilibrés.

Avantages et inconvénients des mèches à dent unique.

Elles permettent :

— *des usinages multiples* lorsque la tête de la défonceuse est inclinable,

— *le perçage de trous de diamètres différents* avec la même mèche,

— *la coupe du bois sans fatigues musculaires* grâce à leur effort de coupe réduit,

— *un affûtage aisé* qui, en outre, offre l'avantage de ne pas diminuer le diamètre des mèches;

— *tout ceci, avec une faible consommation de force motrice.*

Mais, les mèches à une coupe exigent un équilibrage soigné du fait de leur forme et de leur montage dans un mandrin excentré,

— *elles ont une profondeur de coupe limitée au maximum à leur diamètre,*

— *elles demandent des précautions de la part de l'utilisateur pour éviter une réaction brutale de l'outil.*

2° Les outils à deux ou trois dents.

Ils servent à effectuer des profilages de formes diverses : aussi en existe-t-il de nombreux. Les outils à dents multiples sont détalonnés diamétralement et montés dans un mandrin à serrage centré.

On utilise :

a) **les outils monobloc** à dents en acier fortement allié ou en carbure de wolfram (fig. 265).

b) **les outils à dents amovibles.** Celles-ci sont des lames équilibrées que l'on fixe radialement (fig. 266) comme les fers de toupies (consulter le cours de la classe de 3e) ou tangentiellement sur un porte-outil (fig. 267).

Dans le premier cas, ces outils ont du *fil* (fig. 268) (on appelle fil, l'arête tranchante que l'ouvrier déplace en avant avec l'affiloir pour obtenir un angle d'attaque positif); dans le second cas, les outils présentent un angle d'attaque positif sans que l'on ait à recourir à l'artifice précédent (fig. 269).

VITESSE LINÉAIRE DES OUTILS

Les outils des défonceuses ne respectent pas les vitesses de coupe généralement admises comme minima, c'est-à-dire 30 à 35 m/s.

Cela s'explique par les deux raisons suivantes :

a) **le faible diamètre des outils** exigerait une vitesse angulaire élevée de la broche.

b) **il est impossible d'assurer une vitesse de rotation de la broche supérieure à 24 000 tr/mn.**

Au-dessus de cette vitesse, les roulements à billes ne supportent pas les poussées axiales et latérales de l'outil.

La qualité de l'usinage est toutefois assurée grâce :

— *à la grande vitesse de rotation de l'outil,*

— *au faible enlèvement de matière première,*

— *à la vitesse réduite du déplacement de la pièce à usiner.*

Ces trois facteurs ne contribuent pas à enlever beaucoup de matière, mais procurent un état de surface satisfaisant. C'est l'objectif essentiel du défonçage.

Vitesses conseillées.

DIAMÈTRE DE L'OUTIL	VITESSE ANGULAIRE DE LA BROCHE
mm	
3 à 13	24 000
13 à 17	18 000
17 à 20	15 000
20 à 26	12 000
26 à 60	9 000

LE SUPPORT D'OUTIL : LA BROCHE

C'est un arbre vertical qui assure la fixation et la rotation de l'outil.

1° La liaison entre l'outil et la broche de la machine

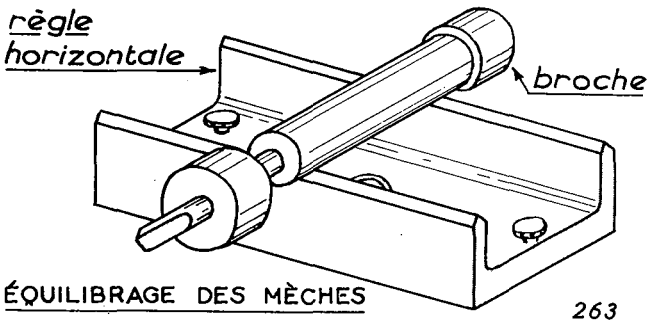
Elle doit procurer un centrage parfait des deux pièces en mouvement (fig. 270).

On obtient cette liaison avec :

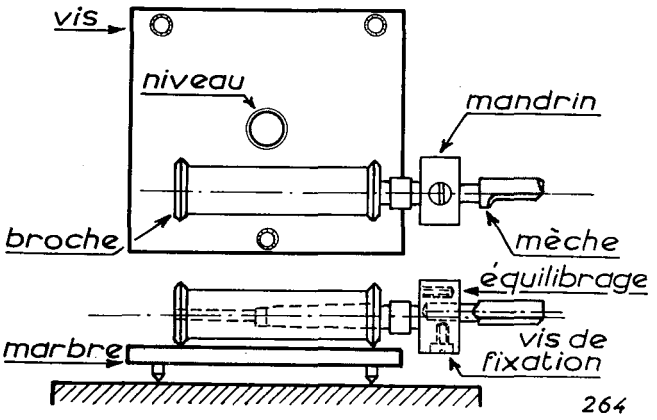
— *un cône de centrage* complété par une vis et un écrou de fixation.

2° La rotation de la broche.

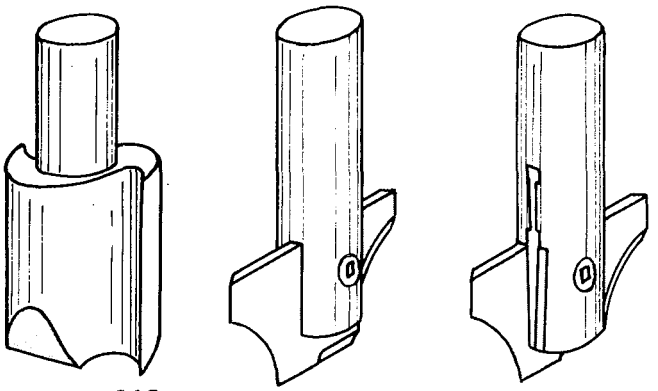
Elle est assurée par des roulements à billes, organes fragiles. La longévité des roulements dépend en partie de leur entretien.

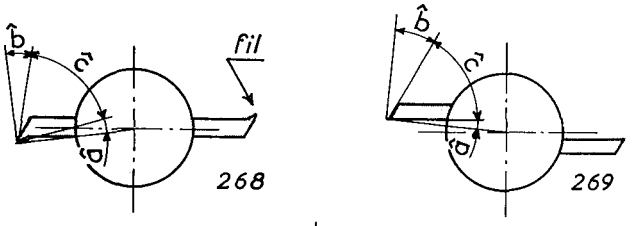


ÉQUILIBRAGE DES MÈCHES 263

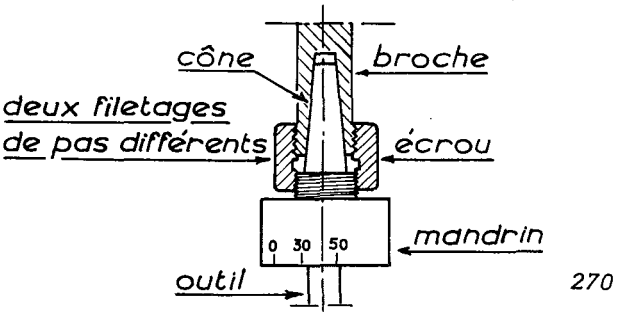


264


265 266 267



268 269



270

Il est bon d'observer rigoureusement les prescriptions du fabricant de la machine qui concernent :

a) **la fréquence des graissages à effectuer.** L'absence ou l'excès de graisse est nuisible à la durée des roulements.

b) **la qualité de la graisse à utiliser.**

3° L'entraînement de la broche.

Il peut être produit par :

a) **des poulies étagées et une courroie.** Cette disposition convient lorsque la broche et le moteur sont solidaires l'un de l'autre tandis que la tête de la défonceuse est :

— *fixe,*

— *ou mobile.*

b) **un moteur électrique relié à la broche au moyen d'un accouplement élastique,**

c) **un moteur électrique dont l'arbre du rotor constitue la broche de la machine.**

4° La vitesse angulaire de la broche.

Fixée par les constructeurs, elle varie de 3 000 à 20 000 ou 24 000 tr/mn.

Elle est obtenue grâce à un moteur électrique alimenté :

— *soit directement avec du courant à 50 périodes,*

— *soit par un convertisseur de fréquence* accouplé ou séparé de la machine.

5° L'agencement de la broche sur la machine.

La broche coulisse dans la tête de la défonceuse supportée elle-même par :

a) **un col de cygne,**

b) **ou la traverse d'un bâti à colonne.**

Cette tête peut :

— *être fixe,*

— *ou tourner* autour d'un axe horizontal lorsqu'on effectue des usinages obliques.

6° La course de la broche et son réglage.

La course varie selon les défonceuses; mais toutes les machines réalisent des usinages étagés; on limite la descente de la broche au moyen de butées placées les unes au-dessus des autres sur une tourelle.

a) **les butées et leur réglage.** C'est la tête d'une vis serrée par un écrou qui sert de butée. Ce moyen permet un réglage précis.

b) **la rotation de la tourelle qui supporte les butées** est effectuée :

— *directement avec la main,*

— *ou en agissant sur un levier à rochet.*

Un système d'encliquetage permet la fixation de la tourelle.

c) **la position de la tourelle support des butées étagées.**

Selon les défonceuses, l'axe de la tourelle est :

— *vertical* (fig. 271).

— *ou horizontal* (fig. 272).

Nota : La broche peut être immobilisée en position fixe par un dispositif de blocage. Un frein est également prévu.

LA TABLE

Elle doit présenter les caractéristiques suivantes :

1° Être horizontale et dressée avec précision;

2° Être réglable en hauteur grâce à une vis et un écrou manœuvré par un volant (fig. 273). Cette disposition facilite en plus le réglage de la course de la broche.

3° Être percée en son centre pour recevoir une butée de guidage, appelée le doigt reproducteur. L'axe de cette butée se trouve dans le prolongement de l'axe de la broche.

Le doigt répond aux exigences suivantes :

a) **il est réglable en hauteur,** afin que l'utilisateur puisse utiliser des gabarits reproducteurs à étages;

b) **il est interchangeable,** afin que l'ouvrier puisse modifier le diamètre selon les usinages.

LE BÂTI

Il existe deux sortes de bâtis en fonte :

1° Les bâtis en col de cygne dont l'échancrure permet l'usinage des pièces de moyenne importance, celles-ci étant posées sur la table.

2° Les bâtis à colonne qui reçoivent des pièces de grandes dimensions. Celles-ci sont fixées sur un chariot.

LES MACHINES

Elles appartiennent à trois types.

1° Les défonceuses à table (photo 274).

Elles comportent une table horizontale, réglable en hauteur, sur laquelle l'opérateur pose la pièce à usiner, qu'il déplace ensuite à la main.

2° Les défonceuses à chariot (photo 275).

Parmi elles, on distingue :

a) **les machines à tête fixe** qui comprennent :

— *deux chariots horizontaux* à mouvements croisé et circulaire,

— *une table réglable en hauteur.*

b) **les machines à tête tournante** et réglable en hauteur qui possèdent :

— *deux chariots à mouvements croisé et circulaire,*

— *une table fixe.*

c) **les machines à tête réglable** qui comportent :

— *deux chariots à mouvements croisé et circulaire,*

— *une table réglable en hauteur.*

3° Les défonceuses radiales.

MÉTHODES DE TRAVAIL

Les usinages effectués à la défonceuse sont divers. Ils réclament beaucoup d'initiatives de la part de l'utilisateur pour satisfaire les conditions majeures de productivité et de précision.

VITESSE D'AMENAGE DES PIÈCES DE BOIS

Si l'on veut obtenir un usinage convenable, la vitesse d'amenage des pièces doit être en rapport avec :

— *la faible vitesse linéaire des outils,*

— *le nombre restreint de leurs arêtes tranchantes,*

— *la profondeur de l'usinage.*

Pour toutes ces raisons, la vitesse d'amenage des défonceuses est réduite.

Il faut savoir que :

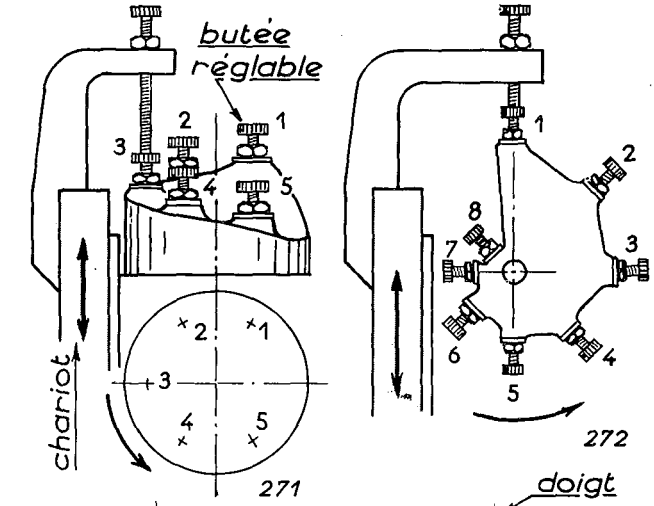
a) **le déplacement des pièces à usiner** se fait toujours en opposition, c'est-à-dire que le déplacement de la pièce de bois et le mouvement de rotation de la broche s'effectuent en sens contraire.

Nota : La coupe du bois en avalant avec la défonceuse (c'est-à-dire lorsque les deux mouvements cités ont la même direction) est dangereuse, surtout lorsque les outils sont d'un grand diamètre.

b) **l'entraînement des pièces à usiner est :**

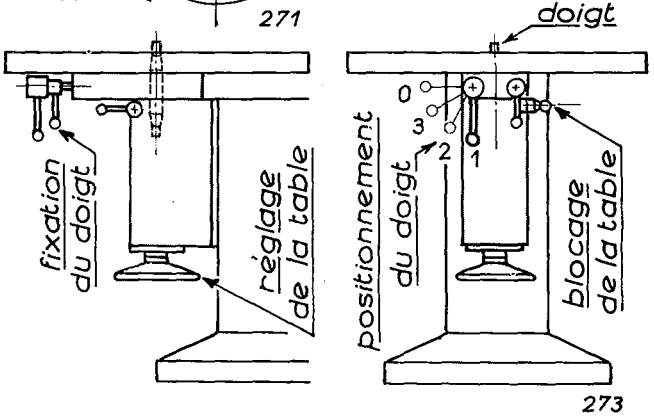
— *manuel.*

— *ou mécanique.*

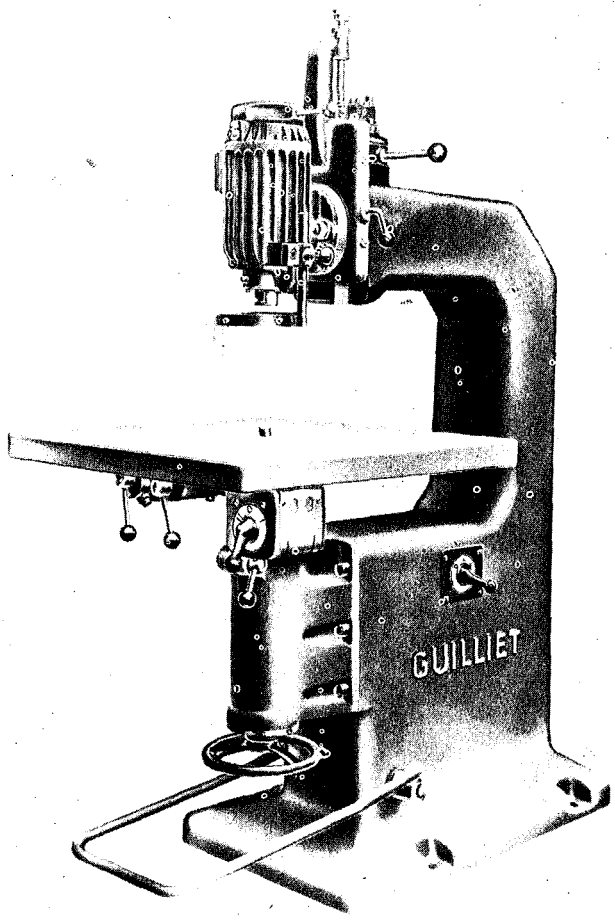


271

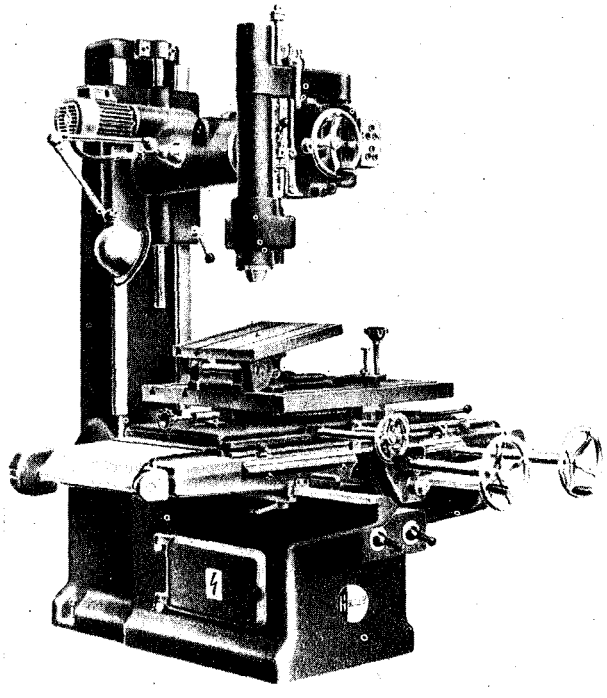
272



273



Cl. GUILLIET-AUXERRE. 274



Cl. GUILLIET-AUXERRE. 275

PRINCIPAUX TYPES DE TRAVAUX RÉALISABLES

Voici quelques-uns des usinages opérés :

1° Le fraisage à plat de pièces rectilignes.

On l'effectue avec un guide agencé sur la table de la défonceuse. Cet usinage s'apparente au toupillage.

Grâce à l'emploi du guide, on peut exécuter :

a) **des profilages de forme très simple :**

- en creux : rainures, feuillures, cannelures (fig. 276),
- ou en relief : baguettes, pointes de diamant, etc.

Ils peuvent intéresser :

— *toute la longueur de la pièce.*

— *ou être limités* par des butées escamotables (fig. 277).

b) **des usinages de division,** ex. : quadrillages. On utilise, à cet effet, des cales d'égale épaisseur ou non, placées entre la pièce et le guide-pièces. On les enlève successivement après chaque passe d'usinage (fig. 278).

c) **des usinages d'entailles,** de trous ou de mortaises (fig. 279) destinés à recevoir des ferrures.

Pour ce travail, on fixe sur le guide-pièces des butées escamotables ou non.

Nota : Les mortaiseuses vibrantes concurrencent les défonceuses pour l'usinage des petites mortaises.

2° Le fraisage à plat de pièces cintrées extérieurement ou intérieurement, ex. : traverses cintrées de petit rayon.

Le doigt de guidage sert de point d'appui. Cet usinage est identique à celui du toupillage à l'arbre (fig. 280).

3° Les usinages sur une surface plane d'une forme quelconque.

On les réalise avec un *gabarit à reproduire* guidé par le doigt reproducteur de la défonceuse.

La machine ainsi équipée devient une machine à copier.

Cette méthode d'usinage permet :

— *d'obtenir un usinage précis,*

— *d'effectuer un travail productif,*

— *de réduire considérablement les risques d'accidents.*

On effectue ainsi :

a) **des découpages internes ou externes** de motifs décoratifs ou utilitaires, à l'unité ou en paquets, ex. : les poignées de casiers, les devantures de tiroirs à l'anglaise, les tablettes de classeurs (fig. 281).

b) **des défonçages de motifs décoratifs,** ex. : les élégis, les éléments géométriques rectilignes (fig. 282) ou curvilignes, les entrelacs.

c) **des profilages cintrés,** ex. : les poignées d'outils, de parapluies, de cannes et les montures de raquettes (fig. 283).

d) **des entaillages et des mortaisages de pièces rondes,** ex. : les mortaises et les entailles des pieds de tables.

On utilise, à cet effet, deux types de gabarits reproducteurs :

— *les gabarits à simple étage* (fig. 284).

— *les gabarits à étages multiples* qui permettent des usinages de profondeurs diverses sans que l'on ait à changer de montage, ex. : l'entaillage des devants de tiroirs pour y loger des serrures (fig. 285).

4° Les usinages de forme quelconque sur des surfaces concaves ou convexes, ex. : les motifs décoratifs d'un dossier de chaise, d'une devanture de tiroir cintré.

L'outil doit suivre la forme de la pièce à façonner.

Il épouse cette forme grâce :

— *à une butée placée sur la tête de la défonceuse,*

— *à la mobilité de la broche* qui peut suivre la forme de la pièce à fraiser.

5° Le fraisage d'une pièce d'après un modèle à reproduire, ex. : le dégrossissage de sculptures. La pièce à reproduire est posée sur la table de la machine à côté du motif décoratif qui sert de modèle (fig. 286).

A cet effet, la machine est équipée :

a) **d'une touche reproductrice,**

b) **d'une table mobile selon deux ou trois directions.**

6° Le fraisage de pièces rondes, ex. : les cannelures ou les baguettes hélicoïdales des pieds de meubles (photo 287). On exécute ce travail, la pièce étant montée entre les pointes de deux poupées qui permettent :

a) **un mouvement de rotation de la pièce,**

b) **son déplacement longitudinal** grâce à des engrenages qui synchronisent les deux mouvements selon le pas de l'hélice à obtenir.

7° Le fraisage de pièces circulaires, ex. : les rosaces.

On fixe la pièce à exécuter sur un plateau diviseur que l'on fait tourner d'une certaine valeur angulaire après chaque déplacement du montage (photo 288).

8° Le taraudage de grand diamètre.

On le réalise aisément grâce à :

a) **une vis au pas désiré,** et placée sous le support de pièces,

b) **un outil** de forme identique au contour du filet à obtenir.

Exécution du taraudage. L'outil étant mis en rotation, on élève lentement la pièce à tarauder en dévissant la vis placée sous la pièce.

LES GABARITS REPRODUCTEURS

Ils doivent maintenir la pièce à usiner dans une position déterminée en considérant :

— *l'orientation du fil du bois,*

— *le choix de la face de référence de la pièce,*

— *l'évacuation des déchets d'usinage.*

Les gabarits reproducteurs comprennent des éléments divers :

1° Un support.

C'est l'élément principal du gabarit ou modèle à reproduire et qui reçoit la pièce à usiner. Il a pour rôle d'assurer l'immobilisation des pièces à usiner.

Aussi doit-il présenter les caractères suivants :

a) **être indéformable** (jamais gauche). Pour cela, on le confectionne en bois amélioré ou en contreplaqué, ou encore en métal.

b) **être aisément déplacé.** Cela est possible grâce à des poignées de manœuvre judicieusement placées pour éviter les fatigues musculaires prématurées et les accidents. On donne au support des dimensions supérieures à celles de la pièce à obtenir, mais jamais inférieures à 400 × 600 mm, afin qu'il soit facile à déplacer et que l'outil reste éloigné des mains de l'utilisateur.

c) **être stable** et glisser facilement sur la table de la défonceuse. Dans ce but, on réduit les surfaces en contact au moyen d'élégis ou de tasseaux collés.

Cela permet :

— *de dégauchir rapidement la face glissante,*

— *d'éliminer les copeaux d'usinage gênants.*

Nota : Toutes les fois que cela se peut, on place un plan incliné sous la pièce à usiner.

2° *Un guide reproducteur dit négatif.*

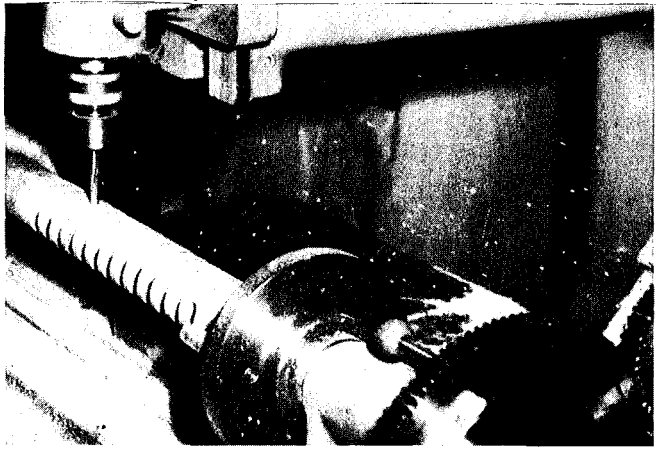
On désigne ainsi le modèle à reproduire qui sert de guide au doigt et que l'on fixe dans le support.

On lui demande :

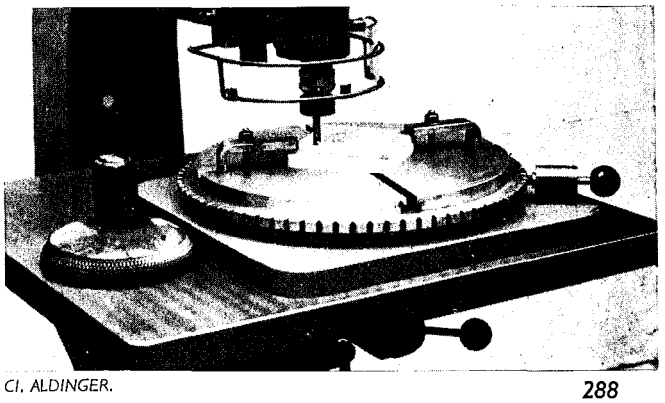
a) **de résister à l'usure** afin que les pièces usinées offrent une précision constante.

La matière qui le compose peut être :

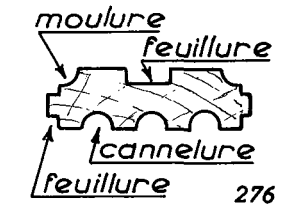
— du bois dur ou du bois amélioré de 10 mm d'épaisseur pour une petite production,



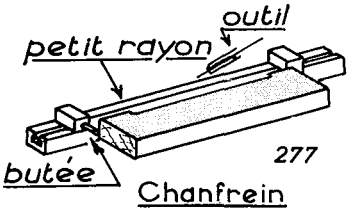
Cl. C.T.B., Paris. 287



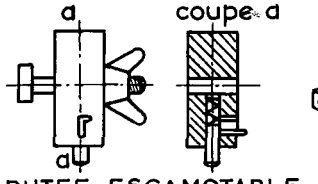
Cl. ALDINGER. 288



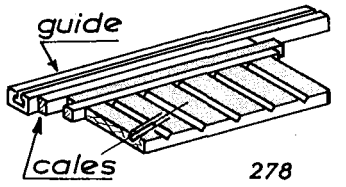
276



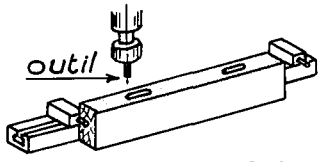
277 Chanfrein



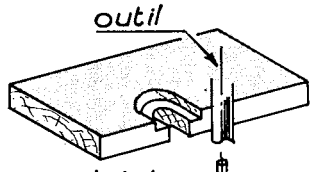
BUTEE ESCAMOTABLE



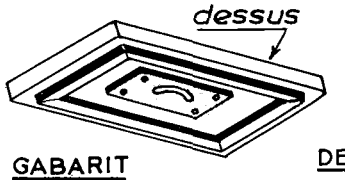
278



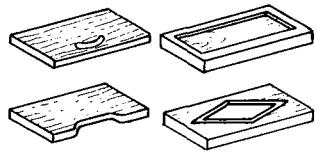
279 Mortaisage



280

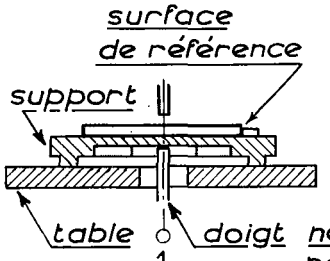


GABARIT

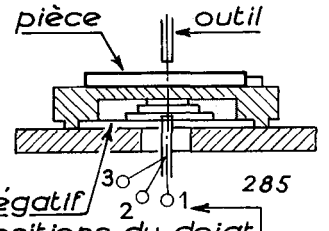


DECOUPAGES DEFONCAGES

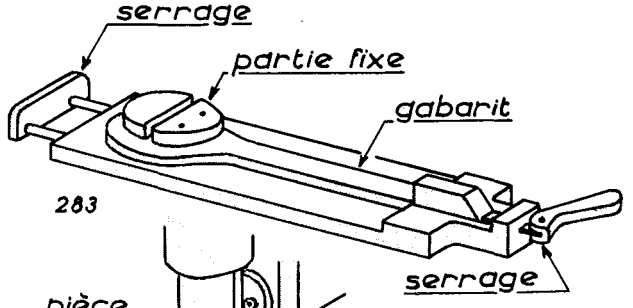
281 282



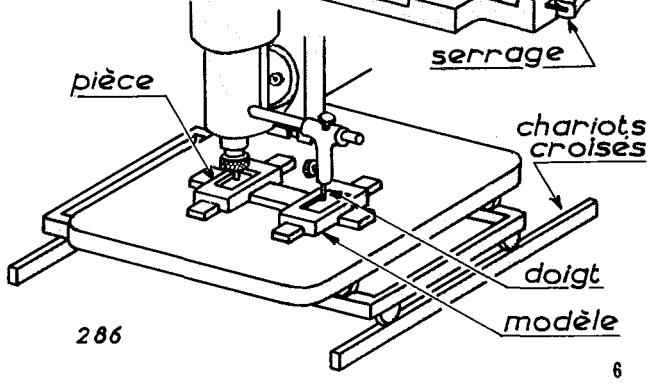
284



285



283



286

— *de l'aluminium* de 5 mm d'épaisseur pour une série moyenne,

— de l'acier de 5 mm d'épaisseur pour une grande série.

b) **d'avoir :**

— *des dimensions* d'encombrement : longueur et largeur, semblables à celles de son logement dans le support,

— *une forme.*

● identique à celle de la pièce à exécuter lorsque l'outil et le doigt ont le même diamètre,

● au contraire, une forme différente de celle de la pièce à exécuter lorsque l'outil et le doigt ont un diamètre différent.

Nota : Pour effectuer un usinage en plusieurs passes, on utilise le même négatif, mais avec un doigt d'un diamètre de plus en plus petit.

c) **de pouvoir être fixé aisément** dans le logement de son support; ceci au moyen :

— *de vis* pour une petite fabrication,

— *d'entailles* et de boulons pour une grande série.

d) **de posséder une entrée et éventuellement une sortie d'outil** visibles pour l'opérateur. Cela permet d'introduire sans tâtonner le doigt reproducteur dans son logement, donc de réduire les temps morts.

Nota : Dans tous les cas, la face inférieure du négatif ne doit pas être en contact avec la table de la machine.

3° Des organes de maintien des pièces sur le gabarit reproducteur.

Ils assurent la position précise de la pièce sur le support d'usinage. La face de référence de la pièce peut être, selon la précision des usinages à obtenir et les organes de finition utilisés :

a) **la face inférieure de la pièce.** Des butées faites de tasseaux vissés sont disposées au moins sur deux côtés de la pièce à maintenir en place (fig. 289, 290).

b) **ou la face supérieure de la pièce.** Des emboîtements localisent la pièce. Cela exige qu'elle soit bien calibrée en longueur et en largeur pour être facilement mise en place (fig. 293).

4° Des organes de serrage.

Les systèmes utilisés sont divers.

a) **le choix du mode de serrage** se fait en fonction :

— *du nombre des pièces à fraiser,*

— *de la qualité de l'usinage,*

— *du choix de la face de référence,*

— *de l'usinage partiel ou total,* interne ou externe, avec ou sans reprise d'outil,

— *de la rapidité de l'exécution,*

— *de l'importance des surfaces mises* en contact avec la hauteur et la profondeur de coupe pour empêcher le déplacement des pièces à façonner.

b) **Le serrage** peut être effectué :

— *latéralement,* de face ou dans un angle, ex. : l'échancrure d'une tablette (fig. 290),

— *en dessus,* ex. : le découpage d'un motif décoratif (fig. 292),

— *en dessous,* ex. : le rainurage d'un panneau (fig. 293),

— *à l'intérieur des entailles* ou des mortaises, ex. : le pied d'un meuble.

c) **la disposition des organes de serrage** est prévue pour maintenir :

— *une pièce de bois* lorsqu'elle est de forme compliquée et volumineuse,

— *deux pièces de bois* à la fois quand elles sont de forme simple et de petites dimensions.

d) **les organes de serrage** sont :

— *les coins* pour un serrage latéral, efficace, mais peu rapide (fig. 289),

— *les taquets* tournants, garnis de feutre pour un serrage vertical dirigé de haut en bas ou latéral (fig. 290),

— *les excentriques* à poignées pour un serrage vertical ou latéral (fig. 291),

— *les vérins :*

● à vis. Ils donnent un serrage énergique, mais assez long à réaliser.

● ou pneumatiques pour un serrage rapide dans toutes les directions (fig. 292).

— *les pinces* de rappel pour un serrage de bas en haut (fig. 293).

— *les ventouses* à dépression lorsque tous les systèmes déjà cités ne permettent pas un détournage partiel ou total d'une pièce sans laisser de traces de fixation (fig. 294).

Nota : Les picots sont des organes de maintien peu efficaces qui conviennent pour l'usinage peu précis de pièces minces.

CONSEILS POUR L'UTILISATION DES DÉFONCEUSES

On fait les recommandations suivantes :

1° Le mandrin doit s'emboîter correctement dans l'alésage conique de la broche et l'écrou de fixation à deux pas différents ne doit pas toucher le mandrin. C'est une condition majeure pour avoir un bon centrage et un blocage convenable de ce dernier.

2° Pour la fixation des mèches à deux dents, la vis de blocage doit agir sur l'âme de la mèche et non sur l'une des ailes des rainures, ce qui aurait pour conséquence d'excentrer la mèche (fig. 295.)

3° Les mèches doivent couper sur leurs bords et non dans le voisinage de l'axe de rotation, si l'on désire une coupe convenable du bois. Au voisinage de l'axe de rotation, la vitesse linéaire de la mèche est trop faible, d'où une mauvaise coupe du bois. Ex. : On réalise une rainure en forme de V avec une mèche oblique et non affûtée en pointe (fig. 278).

4° Il est bon d'opposer les deux mouvements d'avance du bois et de rotation de l'outil pour obtenir une coupe convenable du bois et éviter les accidents (fig. 296).

5° Il est bon pour la fixation des pièces de choisir un système de serrage qui favorise la production et la précision de l'usinage.

6° La profondeur de coupe à chaque passe d'outil doit être égale au diamètre de l'outil pour éviter les forces latérales, dites de flambage, qui auraient une mauvaise répercussion sur la qualité de l'usinage et la tenue de l'outil. Ex. : une fraise de 10 mm de diamètre ne doit pas avoir une profondeur de coupe supérieure à 10 mm.

7° La pénétration de l'outil dans le bois doit être progressive et se faire sans chocs. Pour remplir cette condition, l'outil doit descendre lentement jusqu'à ce qu'il touche la butée de profondeur de la broche.

8° Afin d'éviter les traces d'outil :

a) **on n'effectue pas de reprise d'usinage,**

b) **on élimine toutes les causes de vibrations.**

9° On exécute le guide d'outil à la défonceuse d'après un tracé toutes les fois que cela est possible et on en tire un double que l'on conserve; d'où le nom de négatif donné à cette pièce.

LA PROTECTION DES DÉFONCEUSES

Les accidents à la défonceuse ne sont pas fréquents puisque la pièce à usiner est :

a) **tenue des deux mains par l'opérateur** lorsqu'elle glisse sur la table de la machine.

b) **fixée par un système mécanique** sur un chariot manœuvré au moyen de manivelles.

Pourtant, des accidents peuvent être occasionnés par :

1° La projection d'éclats de bois.

Un écran en plexiglas protège l'ouvrier.

2° L'accumulation des copeaux.

La protection consiste en une soufflerie orientable, condition nécessaire car on aspire difficilement les copeaux projetés dans toutes les directions.

APERÇU HISTORIQUE SUR LES DÉFONCEUSES

Les défonceuses sont apparues bien après toutes les machines classiques.

A l'origine, les travaux de défonçage étaient réalisés à la toupie.

Cela présentait des inconvénients très vite apparus :

— *la machine ne tournait pas assez rapidement,*

— *l'outil n'était pas visible et cela était gênant,*

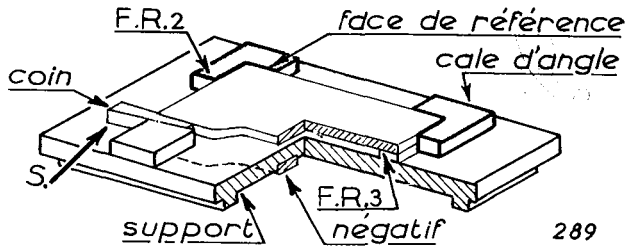
— *les montages d'usinage étaient limités.*

C'est alors qu'on a imaginé de construire des toupies renversées pour éviter tous ces inconvénients.

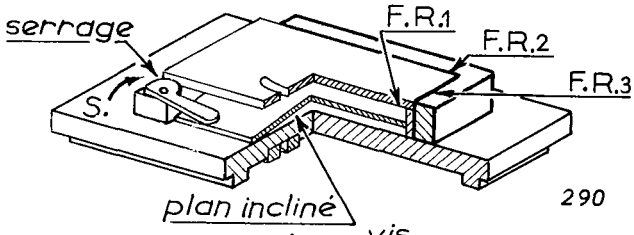
Avant l'apparition des défonceuses, le façonnage d'un lot de pièces exigeait des opérations de traçage, de sciage et de finition souvent longues, sans atteindre pour cela une précision qui permette l'interchangeabilité des pièces.

A ces inconvénients, s'ajoutait celui de multiples manutentions coûteuses.

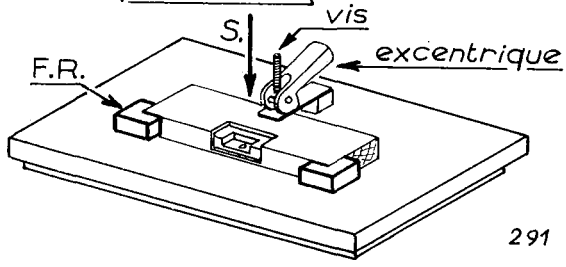
On peut affirmer qu'actuellement, l'usinage industriel des bois est, sur une grande échelle, tributaire des défonceuses.



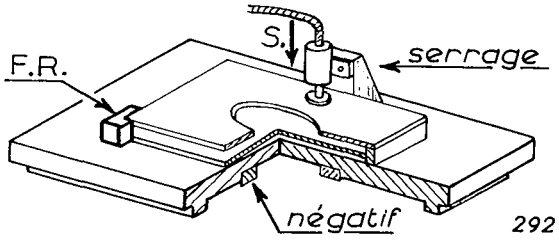
289



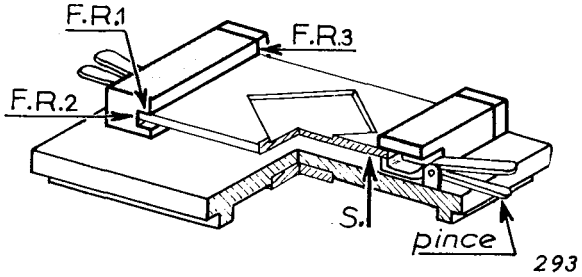
290



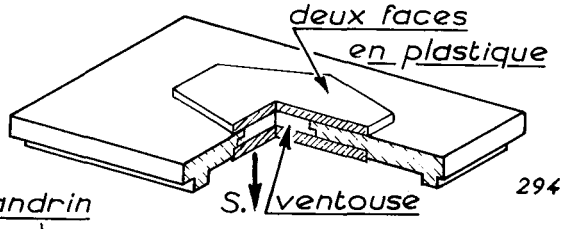
291



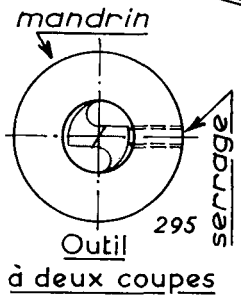
292



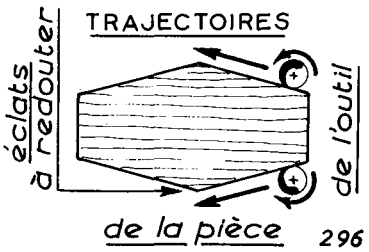
293



294



295



296

RÉFLEXIONS SUR LES MONTAGES D'USINAGE

On entend par montage d'usinage tout dispositif conçu pour réaliser les opérations d'usinage sans traçage préalable de la pièce à exécuter, tout appareil spécial interposé entre le support de pièce de la machine-outil et la pièce à usiner pour faciliter une opération en série.

Dans leur conception, les montages d'usinage vont du très simple au complexe. Les uns sont faits de butées propres à présenter la pièce dans une certaine position par rapport à l'outil; les autres supportent la pièce et la maintiennent solidement. Ils peuvent être fixes ou mobiles sur la table de la machine (voir le montage d'usinage de la page suivante qui sert à réaliser des entailles de serrures).

Généralement, les montages d'usinage sont l'œuvre de personnes familiarisées avec tous les problèmes que pose l'évolution rapide des techniques : les ingénieurs et les techniciens secondés par les ouvriers qualifiés.

Pour concevoir les montages d'usinage, il faut faire preuve de rigueur de pensée, être capable d'observer et de prendre des initiatives.

Sans doute, on ne demande pas aux ouvriers de posséder toutes les connaissances requises pour résoudre un problème difficile d'usinage, mais de savoir lire le dessin technique représentant un montage, de saisir le lien qui existe entre le montage et la pièce à fabriquer. Les exécutants intelligents devront comprendre la raison d'être de tous les éléments du montage.

De plus, l'ouvrier averti saura déceler, au cours de l'utilisation des appareils de montage, les altérations ou déréglages qui peuvent intervenir et compromettre la précision d'un usinage.

Ainsi, un ouvrier qui n'agit pas en robot pourra signaler les anomalies d'un montage, y porter remède, proposer des améliorations capables de favoriser la productivité et la précision des pièces sans que soient accrues ses fatigues musculaires et nerveuses.

On comprend donc que les montages d'usinage ne sont pas le résultat de routines, de recettes toutes faites, de tours de main définitivement acquis, mais l'œuvre de personnes expérimentées, douées d'une intelligence assez souple pour savoir observer méthodiquement ce qui se passe autour d'elles et créer des combinaisons propres à accroître le rendement et la précision.

Les ouvriers qualifiés peuvent participer modestement au savoir technique qui permet de concevoir et de mettre au point les montages d'usinage.

Inévitablement, l'évolution scientifique du travail, facteur des progrès techniques et humains, retentit sur l'apprentissage des métiers. Il faut bien comprendre que l'apprentissage intelligent et culturel d'un métier qui évolue pose des problèmes nouveaux qui lui sont propres.

Les apprentis d'aujourd'hui, futurs ingénieurs, techniciens et exécutants auront à utiliser et concevoir les montages d'usinage.

Les plus jeunes devront réfléchir sur la conception d'un montage retenu plutôt qu'un autre, sur le choix des éléments de référence, l'emplacement des butées, le rôle des organes de serrage, etc. Ils devront passer aux postes d'exécution pour réaliser de courtes séries tout en exerçant leur esprit à faire des remarques utiles.

Les plus âgés devront mettre à l'épreuve les montages pour obtenir un grand nombre de pièces aux cotes précises et parvenir à en concevoir de nouveaux.

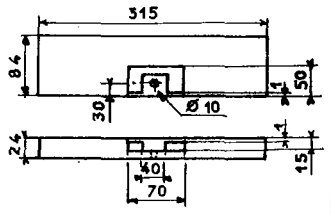
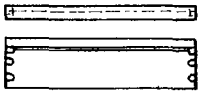
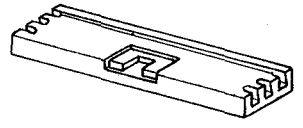
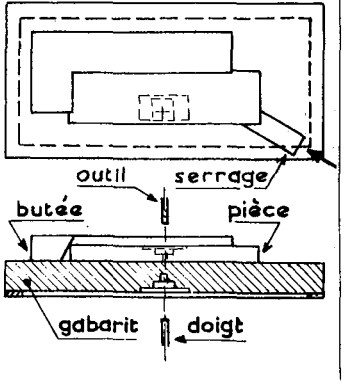
On peut donc affirmer que la modernisation des techniques d'usinage laisse la place dans l'industrie à la réflexion et aux initiatives. Pour atteindre une organisation sérieuse du travail et une préparation méthodique, il faut que tous : ingénieurs, techniciens et ouvriers, sachent, en particulier, pour créer et utiliser des montages d'usinage, réfléchir, observer, se consacrer à des tâches créatrices qui suppriment les routines.

On sait que tous ceux qui ne font pas les efforts indispensables pour rénover leurs techniques disparaissent ou deviennent des sous-traitants d'entreprises plus évoluées.

En ce qui concerne l'apprentissage, il n'est pas d'excuses valables pour justifier un enseignement des techniques périmées.

TABLEAU N° 4

EXERCICE D'OBSERVATIONS SUR UN MONTAGE D'USINAGE UTILISÉ AVEC LA DÉFONCEUSE

L'OPÉRATION A RÉALISER ET LE MONTAGE	QUESTIONS SUR LE MONTAGE D'USINAGE	RÉPONSES	CORRECTIONS
La pièce à exécuter comporte des entailles étagées et un trou destinés à recevoir une serrure entaillée. PRINCIPE DE L'APPAREIL a) La pièce et le gabarit sont superposés. b) Le doigt reproducteur situé sous le gabarit et l'outil à défoncer placé au-dessus de la pièce sont sur le même axe vertical et de même diamètre. c) Tout déplacement du doigt reproducteur dans un creux du gabarit est reproduit par un déplacement de l'outil à défoncer dans le bois de la pièce.	Fonctions du montage : Permettre de positionner et d'immobiliser la pièce sur le gabarit.		
	1° Quelles sont les surfaces de référence du gabarit?	→Les faces inférieure et supérieure du gabarit support de pièces.	
	2° Quelles sont les surfaces de référence de la pièce?	→Trois éléments de référence : le parement et les deux côtés de la pièce.	
LA PIÈCE A EXÉCUTER  	3° Qu'est-ce qui peut s'opposer à un parfait contact des surfaces de référence : pièce et gabarit?	→Les copeaux et les bavures d'usinage.	
LA PIÈCE PRÉPARÉE 	4° Le serrage latéral en diagonale est-il assez rapide?	→oui, et il positionne la pièce.	
	• énergique?	→oui.	
	• gênant pour l'ouvrier.	→non.	
	Comment empêche-t-on la pièce de se soulever?	→les butées possèdent un champ incliné à 60°. Les butées sont collées et vissées.	
LA PIÈCE EXÉCUTÉE 	5° Comment le gabarit est-il conçu pour être		
	• stable?	→Une surface de sustentation assez grande. Une cavité inférieure réduit les surfaces en contact.	
LE MONTAGE D'USINAGE	• indéformable?	→Bois léger, sans défauts, ou contreplaqué.	
 	• facile à manœuvrer?	→Grâce à des poignées.	
	6° Pourquoi les creux du gabarit ne doivent-ils pas s'user au contact du doigt reproducteur?	→Pour ne pas compromettre la précision des cotes. On confectionne une partie dite « négative » du support de pièce en bois dur ou amélioré.	

LE TOURNAGE

Il permet d'obtenir des solides de révolution de formes variées. Par extension, on entend par tournage la confection de pièces ovales, polygonales, ou même de contour irrégulier, obtenues à partir d'une pièce modèle que l'on reproduit en plusieurs exemplaires, ex. : des sabots.

Les objets tournés sont nombreux : pieds de meubles, colonnettes, supports de lampes, boutons, sabots, perles, quilles, boules, bobines, manches d'outils, etc. (fig. 297).

Les machines utilisées se nomment *les tours*.

Deux sortes d'entreprises les utilisent :

— *Les entreprises artisanales*, de caractère familial et régional, qui exécutent une tournerie d'art avec des moyens rudimentaires. Elles se servent de tours très simples qui animent la pièce d'un mouvement de rotation; l'outil de coupe est manœuvré à la main.

L'esthétique de ces tournages l'emporte sur la précision des cotes.

— *Les entreprises industrielles spécialisées*, bien organisées, qui pratiquent un usinage productif avec des tours à copier semi-automatiques, ou entièrement automatiques.

Souvent, les machines sont alimentées par un chargeur, les pièces sont poncées sur la machine même, et leur nombre enregistré par un compteur.

Nota : Les entreprises industrielles spécialisées ont fait disparaître les entreprises artisanales et même parfois effectué le tournage pour les entreprises industrielles. Ces dernières préfèrent sous-traiter avec une entreprise spécialisée plutôt que d'acheter un matériel difficile à amortir.

Les tourillons, largement employés actuellement dans les industries du bois, sont confectionnés avec un tour à bâtons par les utilisateurs eux-mêmes.

Les essences le plus souvent utilisées en tournage sont : le hêtre, le frêne, le charme, le chêne, le noyer, le buis, l'aune, le mûrier, le cornouiller, le micocoulier, le poirier, le cormier, l'alisier, le robinier, l'érable, les résineux, le peuplier, etc.

LES MOUVEMENTS DES PIÈCES ET DES OUTILS DE COUPE

Il existe de nombreuses dispositions mécaniques pour tourner les bois. Elles se différencient les unes des autres par les mouvements propres aux pièces à usiner et aux outils de coupe.

1° Les pièces peuvent être animées d'un mouvement :

a) **de rotation sans translation longitudinale.** On réserve cette mobilité aux pièces rigides qui ne se déforment pas sous l'effort de coupe de l'outil.

b) **de translation longitudinale et sans rotation.** On utilise ce mouvement lorsque les pièces se déforment sous l'effort de coupe de l'outil, ex. : le tournage de tourillons au tour à bâtons.

2° Les outils peuvent être :

a) **placés sur un porte-outil** et entraînés par un mouvement de translation :

— *latérale et radiale*, ex. : le tour à banc parallèle,

— *radiale exclusivement*, ex. : le tour à outils fixes.

b) **rotatifs :**

— *sans mouvement de translation*, ex. : le tour à bâtons,

— *avec mouvement de translation*, ex. : le tour à copier.

Remarques. Le déplacement des pièces à tourner ou des outils de coupe peut être :

— manuel,

— semi-automatique,

— ou automatique.

Nota : Le déplacement de l'outil est parfois guidé par une règle, appelée gabarit. Il détermine la forme de la pièce à exécuter.

LA COUPE DU BOIS

Dans tous les usinages du bois, les fibres se coupent bien lorsque la trajectoire de l'outil est parallèle à ces fibres et son arête tranchante oblique à ces dernières.

Deux cas sont à considérer :

1° Les fibres du bois sont parallèles à l'axe de rotation de la pièce, ex. : un cylindre droit.

L'arête tranchante de l'outil peut être alors :

a) **parallèle ou oblique à l'axe de rotation de la pièce.**

L'outil se déplace selon une trajectoire :

— *parallèle à l'axe de rotation*, ex. : l'opération du cylindrage en bois de fil (fig. 298). L'outil attaque les fibres du bois de flanc. Elles sont arrachées si l'arête tranchante de l'outil n'est pas oblique par rapport à la génératrice du cylindre.

Nota : Lorsqu'il s'agit d'obtenir des formes concaves ou convexes, la trajectoire de l'outil doit être choisie de façon que l'arête tranchante de l'outil couche les fibres du bois.

Lorsque les pièces ont une longueur supérieure à leur diamètre, celui-ci doit être suffisant pour que les pièces, sous l'effort de coupe de l'outil, ne fléchissent ni ne vibrent.

— *perpendiculaire à l'axe de rotation de la pièce*, ex. : une opération de tronçonnage (fig. 299). La coupe du bois s'effectue sans difficultés. La qualité de l'usinage obtenu est bonne en bois de bout; elle est médiocre en bois de fil.

b) **perpendiculaire à l'axe de rotation de la pièce,** ex. : tournage de l'extrémité d'un cylindre (fig. 300). L'usinage des fibres du bois en bout ne présente pas de difficultés.

2° Les fibres du bois sont tour à tour radiales et tangentielles à l'axe de rotation de la pièce, ex. : un disque de faible épaisseur découpé dans une planche.

L'outil se déplace selon une trajectoire :

a) **parallèle à l'axe de rotation de la pièce,** ex. : le dressage d'une face (fig. 301). Les fibres du disque en rotation se présentent, tour à tour, parallèlement, obliquement ou perpendiculairement à l'arête tranchante de l'outil. Aussi est-il difficile d'obtenir une coupe convenable du bois.

b) **perpendiculaire à l'axe de rotation de la pièce,** ex. : l'opération du cylindrage (fig. 302). La coupe du bois est difficile à réaliser. L'outil, tour à tour, attaque les fibres en bois de bout, les couche ou les soulève.

LES OUTILS DE COUPE

Il existe quatre types d'outils qui sont :

1° Les outils du type ciseau.

Montés sur manche, ils sont réservés au tournage manuel. Ce sont des sortes de gouges ou de ciseaux qui présentent les caractéristiques suivantes :

Ils sont :

— *asssez épais* pour résister aux efforts de coupe du bois,

— *courts ou longs* selon la série à laquelle ils appartiennent,

— *munis d'un manche* en bois à virole dont la longueur est en rapport avec celle de l'outil,

— *sans embase.*

On peut les classer en deux catégories; ceux destinés à travailler :

Parallèlement aux fibres du bois.

Ce sont :

a) **les gouges;** elles ne possèdent qu'un biseau d'affûtage externe et appartiennent à deux types :

— *les gouges à dégrossir;* épaisses, d'une longueur qui varie entre 20 et 40 mm, leur arête tranchante prend la forme d'un demi-cercle (fig. 303).

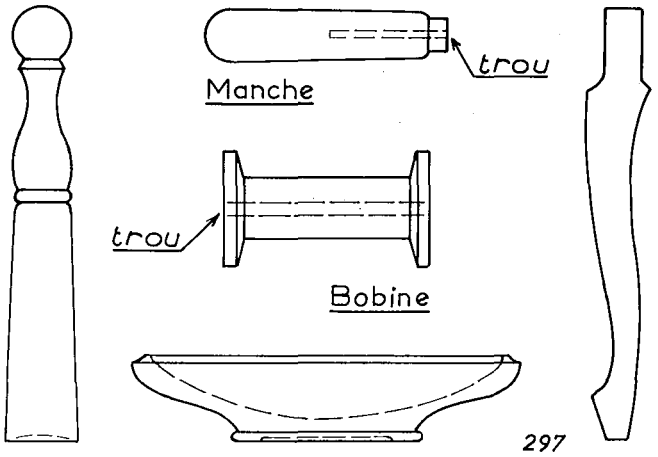
— *les gouges à finir* les surfaces concaves; d'une largeur qui varie entre 5 et 20 mm, leur arête tranchante prend la forme d'une ogive (fig. 304).

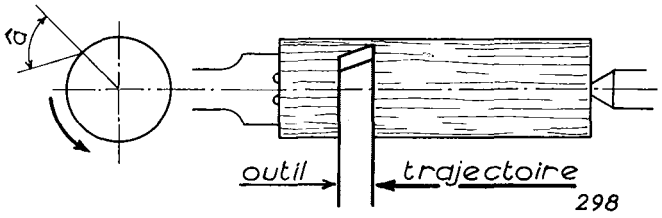
b) **les ciseaux** appelés planes. Ils présentent deux biseaux symétriques d'affûtage (fig. 305). Leur largeur varie entre 5 et 40 mm. Leur arête tranchante est oblique par rapport aux rives de l'outil.

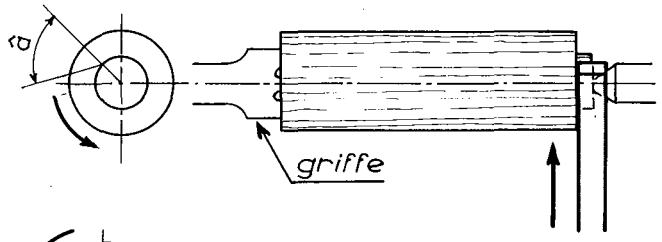
On utilise les planes pour la finition des surfaces droites ou convexes.

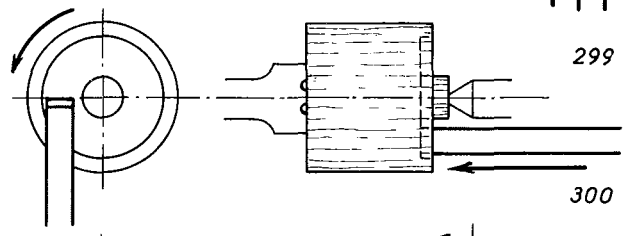
c) **les grains d'orge,** ciseaux plus ou moins pointus avec un seul biseau d'affûtage (fig. 306).
Ils permettent de réaliser des rainures en forme de V.

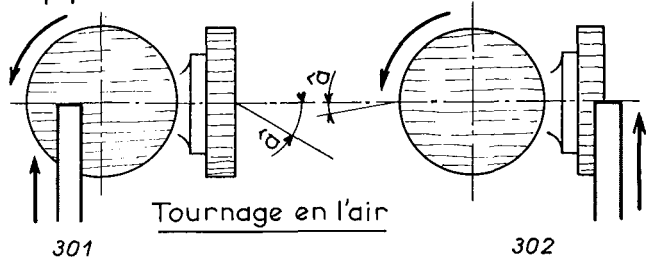
d) **les bédanes,** sortes de ciseaux dégraissés latéralement, plus épais que larges, servant à creuser des saignées dans le bois.
Leur largeur varie entre 5 et 20 mm et leur arête tranchante est perpendiculaire aux rives de l'outil.

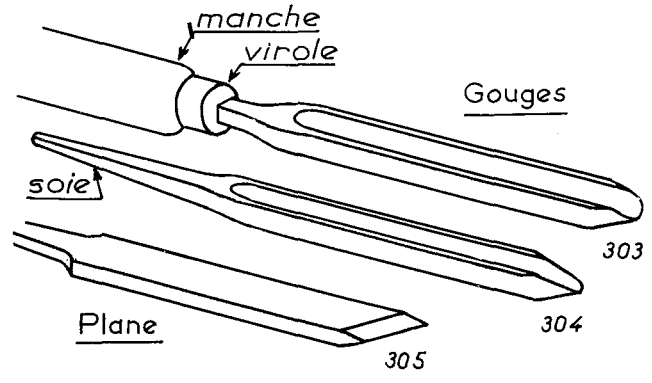












Ils présentent :

— *un seul biseau d'affûtage* pour réaliser des surfaces arrondies, leur planche étant appliquée sur le support d'outil (fig. 307).

— *deux biseaux inégaux*, le plus important se trouve en dessus pour des saignées dans le bois (fig. 308).

e) **les mèches de tour.** Elles sont du type cuillère et montées sur un manche (fig. 309). Leur diamètre varie entre 5 et 22 mm.

Nota : On exécute des filetages au tour avec un outil dit peigne de tour.

Perpendiculairement aux fibres du bois.

Ce sont des ciseaux de 10 à 40 mm de largeur, à un **seul** biseau d'affûtage.

a) **les ciseaux droits** sont utilisés pour la finition des surfaces droites.

Leur arête tranchante se présente :

— *perpendiculaire aux rives de l'outil* (fig. 310),

— *obliques à droite ou à gauche* (fig. 311).

b) **les ciseaux ronds,** de forme circulaire ou **autre,** servent à la finition des pièces de forme concave (fig. 312).

c) **les ciseaux de côté,** à droite ou à gauche (fig. 313).

d) **les ciseaux de forme** servant à la finition des pièces aux profils préalablement dégrossis (fig. 314).

Nota : Les outils à simple ou à double biseau sont choisis d'après la valeur de l'angle d'attaque qui varie sensiblement pour couper les fibres du bois longitudinalement ou transversalement.

On améliore la coupe des outils à simple biseau en déplaçant leur arête tranchante avec un affiloir, ce qui permet de modifier la valeur de l'angle d'attaque.

Angles caractéristiques des outils manuels (fig. 315 316, 317).

ORIENTATION DES FIBRES DU BOIS	TRAJECTOIRE DE L'OUTIL	DÉSIGNATION DES ANGLES		
		$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\hat{c}$
Parallèle à l'axe de rotation	Parallèle aux fibres ...	50°	5° à 15°	25°
	Perpendiculaire aux fibres	60°	5°	25°
Radialement et tangentiellement à l'axe de rotation	Parallèle aux fibres ...	30°	35°	25°
	Perpendiculaire aux fibres	10°	55°	25°

Remarques. On constate qu'un outil coupe bien le bois lorsqu'il détache un copeau en forme de ruban plus ou moins long.

En effet, les fibres du bois peuvent être :

— *coupées* avec un angle d'attaque important,

— *usées* avec un angle d'attaque positif de faible valeur, nul ou négatif.

2° Les outils du type barreau.

Ce sont des outils confectionnés à partir de barreaux, de forme prismatique dont la partie active a été obtenue par meulage ou par forgeage.

L'arête tranchante peut être :

— *rectiligne ou profilée* (fig. 318),

— *ou encore en forme de gouge* (fig. 319).

Au cours de leur emploi, *ces outils sont fixés sur un* porte-outil :

a) **statique,** ex. : les tours à guillotine, dits encore en plongée.

b) **dynamique.** L'outil est rotatif tandis que le bois à tourner reste fixe, ex. : le tour à bâtons.

Angles caractéristiques des outils du type barreau (fig. 320, 321, 322).

OUTILS	ORIENTATION DES FIBRES DU BOIS	DÉSIGNATION DES ANGLES			
		PENTE D'AFFUTAGE $\hat{a}$	DÉPOUILLE $\hat{b}$		DIRECTION $\hat{c}$
			FRONTALE	LATÉRALE	
Statique...	Parallèle à l'axe de rotation....	50 à 60°	0 à 20°	2°	Dégrossissage 5° Finition 1°
	Radialement et tangentiellement à l'axe de rotation	5 à 10°	0 à 20°	2°	1 à 5°
Dynamique	Parallèle à l'axe de rotation....	40°	20°	2°	30°

Nota : Lorsque l'outil est placé dans une lunette fixe et que le bois est rotatif on obtient le tour à lunettes; la coupe du bois est identique à celle des tours à bâtons. Les caractéristiques angulaires des outils pour les deux types de machines sont semblables.

3° Les outils du type tasse.

Les outils en forme de tasse, dits encore gouges, sont montés sur un porte-outil rotatif (fig. 323).

Angles caractéristiques des outils du type tasse.

ORIENTATION DES FIBRES DU BOIS	DÉSIGNATION DES ANGLES		
	ATTAQUE $\hat{a}$	DÉPOUILLE $\hat{b}$	BEC $\hat{c}$
Parallèle à l'axe de rotation	50°	10°	30°

4° Les outils genre fraises.

On distingue :

a) **les fraises monobloc.**

Elles peuvent être du même type que celles que l'on utilise :

— *sur la toupie* (page 59),

— *sur la défonceuse.*

b) **les fraises à dents amovibles.**

Les dents sont constituées par :

— *des couteaux* de forme quelconque,

— *ou des disques* (fig. 324).

Fixés sur un porte-outil, ces outils réalisent une ou plusieurs pièces à la fois.

Angles caractéristiques des outils du type fraise.

ORIENTATION DES FIBRES DU BOIS	DÉSIGNATION DES ANGLES		
	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\hat{c}$
Parallèle à l'axe de rotation	50 à 60°	5°	25 à 35°

Nota : Les machines à reproduire peuvent être équipées d'outils du type barreau, ou du type gouge, ou encore du type fraise, selon le profil de la pièce à usiner.

LA VITESSE DE COUPE DES OUTILS

Elle varie avec :

a) **le type de machine,**

b) **la vitesse linéaire :**

— *de la pièce,*

— *de l'outil de coupe.*

On adopte :

— 30 à 50 m/s pour les machines à copier;

— 6 à 10 m/s pour les tours parallèles. La vitesse la plus réduite convient pour une pièce flexible, la plus élevée pour une pièce de bois rigide dont l'axe de rotation est parallèle aux fibres,

— 6 à 7 m/s pour les tours automatiques avec un bois rigide;

— 2,5 à 3 m/s pour les tours automatiques avec un bois flexible.

Nota : Les machines à copier tournent très lentement tandis que l'outil tourne très vite.

LES MACHINES

LES TOURS A BANC PARALLÈLE

On distingue quatre types de tours à banc parallèle qui sont :

1° ***Le tour à support d'outil fixe*** (photo 325).

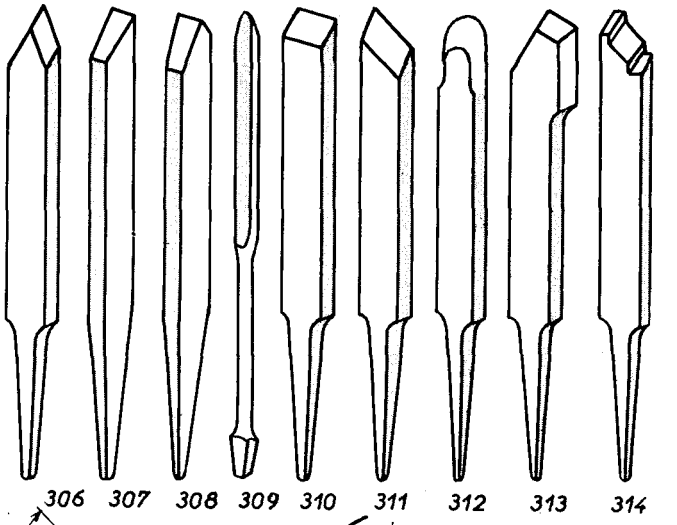
C'est une machine très simple utilisée pour le tournage manuel avec des outils du type ciseau.

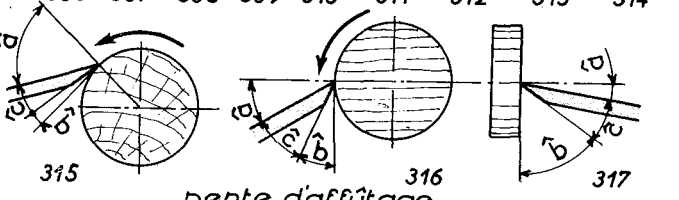
Elle se compose :

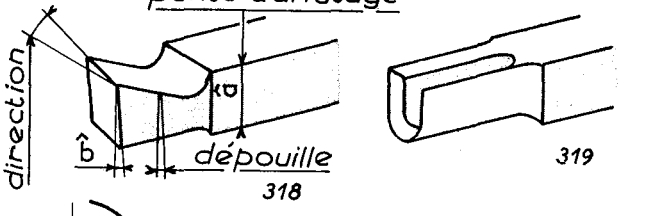
a) **de deux poupées** qui soutiennent, entre leurs pointes, la pièce à tourner.

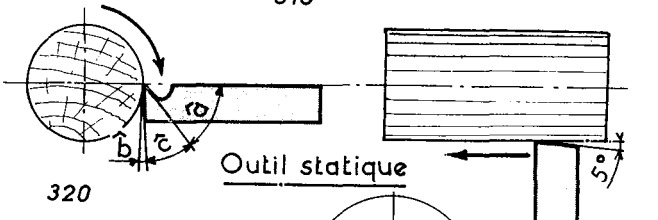
La poupée :

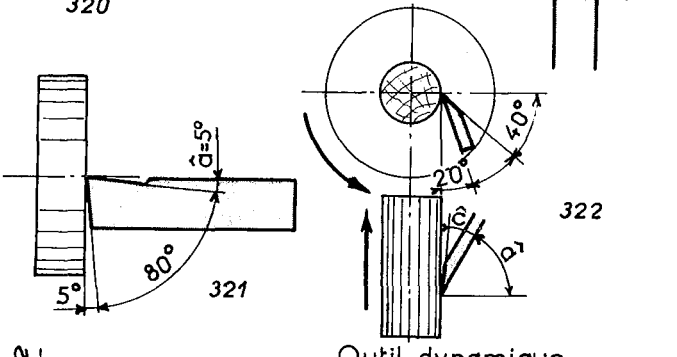
— *de gauche est fixe.* C'est elle qui assure la rotation de la pièce à exécuter.

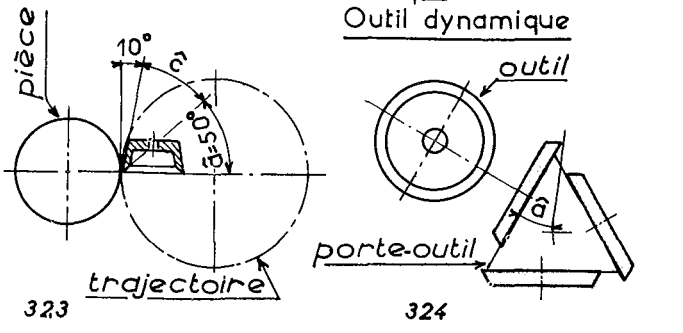












L'arbre support de pièces se nomme : *la broche.*

Il possède :

● une poulie étagée grâce à laquelle on règle la vitesse de rotation de la pièce en fonction de son diamètre.

● un dispositif qui entraîne la pièce à tourner : c'est le *nez du tour*; on y place les organes d'entraînement des pièces et on y fixe :

La griffe à trois pointes, dite papillon. Celle-ci reçoit les pièces longues.

Nota : La pointe centrale est plus longue que les autres de 5 à 6 mm pour faciliter le centrage des pièces de bois.

Le mandrin cylindrique ou conique qui entraîne les pièces percées.

Le mandrin à gobelet qui reçoit les pièces courtes.

Le plateau où sont fixés les disques chantournés.

— *de droite* est mobile sur le banc de tour pour s'adapter à la longueur de la pièce à tourner entre les pointes.

Le réglage de cette poupée est obtenu grâce à un *canon* qui coulisse sous l'action d'une vis actionnée par un volant. Cet organe mobile supporte une des extrémités de la pièce par l'intermédiaire d'une pointe, dite *contre-pointe*, par opposition à la pointe de la poupée fixe.

Pour éviter de fendre le bois, cette pointe fait un angle de 60°.

Nota : On enlève la contre-pointe de son logement en vissant le canon à fond.

b) **d'un support d'outil.**

Cet organe réglable en hauteur peut être :

— *en fonte* et prendre la forme d'un éventail,

— *en bois* et s'adapter à la longueur de la pièce à tourner.

c) **d'un banc** et de ses pieds qui servent de support aux poupées et à l'outil.

Nota : Il existe des tours manuels spécialisés pour les tournages ovales et torses.

2° Le tour à chariot manuel.

Il est semblable au tour manuel, avec cette différence que les mouvements de l'outil du type barreau sont donnés par deux chariots animés de mouvements croisés. Ces chariots orientables sont supportés par un chariot dit *traînard* qui coulisse sur le banc de tour. Son déplacement est assuré par une crémaillère et un pignon manœuvré par un volant.

Le tour à chariot peut recevoir des pièces de grand diamètre grâce à :

a) **un banc rompu** qui coulisse sur ses pieds, selon les dimensions des pièces à tourner,

b) **un support d'outil.** Celui-ci est fixé, lorsqu'on tourne des pièces de grand diamètre, sur une colonne placée à l'extérieur ou à l'intérieur du tour (photo 326).

Cette méthode de tournage est dite en *l'air.*

3° Le tour à chariot semi-automatique (photo 327).

Identique au tour précédent, il a cette particularité : le déplacement de ses deux chariots est commandé par :

a) **une vis,**

b) **ou une barre de chariotage.**

4° Le tour à copier (photo 328).

On emploie ce tour pour réaliser des pièces longues, de profil simple, telles que les manches de fourches, de pioches, etc.

L'outil de coupe employé peut être :

— *une lunette fixe* qui suit la forme d'un gabarit par l'intermédiaire d'un palpeur,

— *un outil du type barreau* qui complète l'action des lames tranchantes de la lunette fixe,

— *ou encore un outil du type fraise.*

L'outil de coupe de ce tour à chariot se déplace dans un plan :

a) **tangentiel grâce :**

— *à une avance semi-automatique* avec le concours d'une barre de chariotage et d'un levier d'embrayage.

— *ou une avance automatique* dans le sens aller et retour sous l'action d'une vis.

b) **radial.** Sa course est limitée par une règle qui forme le gabarit de reproduction et présente le profil de la pièce à tourner. Cette règle est fixe, parallèle à l'axe de rotation de la pièce de bois et sert de guide à l'outil de coupe dans ses déplacements.

Le gabarit peut être :

— *fermé*, c'est-à-dire qu'il présente une boutonnière,

— *ou ouvert.* Dans ce dernier cas, c'est un palpeur qui, sous l'action d'un ressort, épouse la forme du gabarit (photo 329).

Nota : Le palpeur, dit touche, fait que parfois l'on donne ce dernier nom au tour.

LE TOUR A GUILLOTINE

On emploie ce tour, dit à balustres, pour tourner des pièces peu importantes : ex. : manches de limes, balustres décoratifs, etc.

La machine comprend :

a) **Deux poupées,** l'une fixe, l'autre mobile,

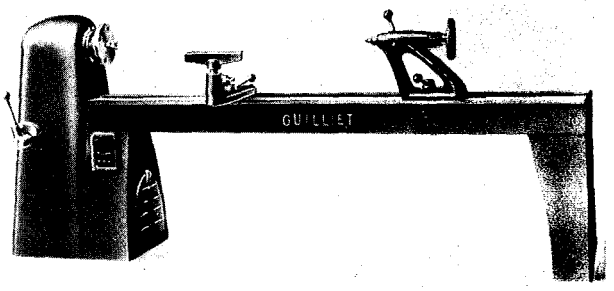
b) **Un chariot;** il supporte un ou plusieurs outils du type barreau qui travaillent dans le sens radial,

c) **Un support d'outil** vertical placé derrière le bois à tourner. Il est doté d'une lame oblique, profilée, qui coupe tangentiellement le bois. Elle procure, à la fois, la forme et le diamètre de la pièce à tourner.

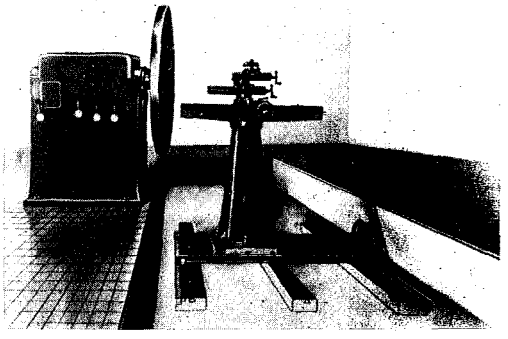
LE TOUR A BÂTONS (photo 330).

On l'utilise pour confectionner des bâtons ronds destinés à devenir des manches à balais, des goujons, des barreaux de chaises, etc.

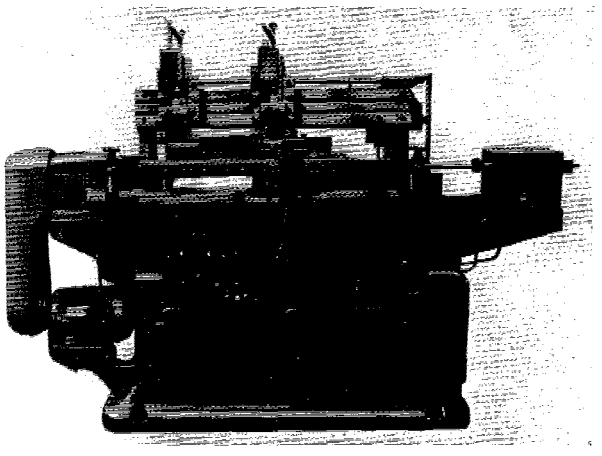
Ce tour à lunettes rotatives est également employé pour faire des tenons coniques d'échelons, des tournages en forme d'olive de manche à balais, des tenons ronds épaulés, etc.



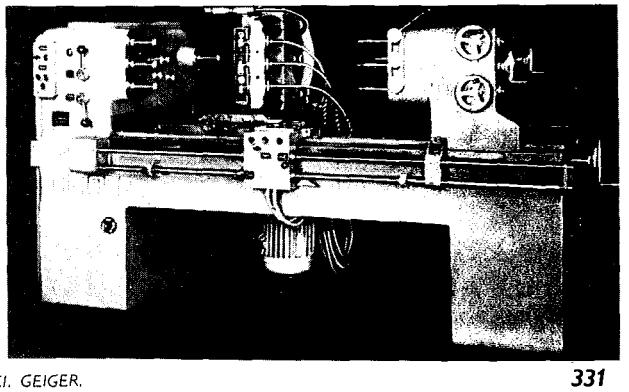
Cl. GUILLIET-AUXERRE. **325**



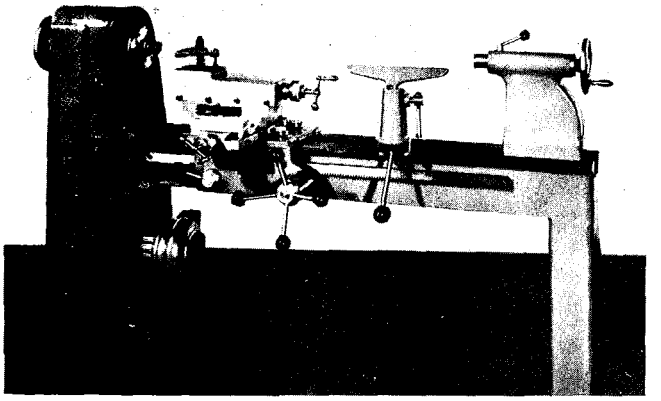
Cl. GEIGER. **326**



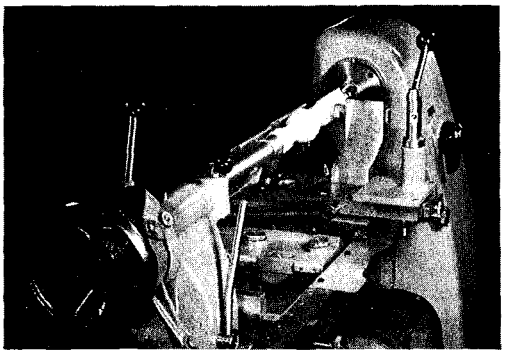
Cl. WALTER-HEMPEL. **328**



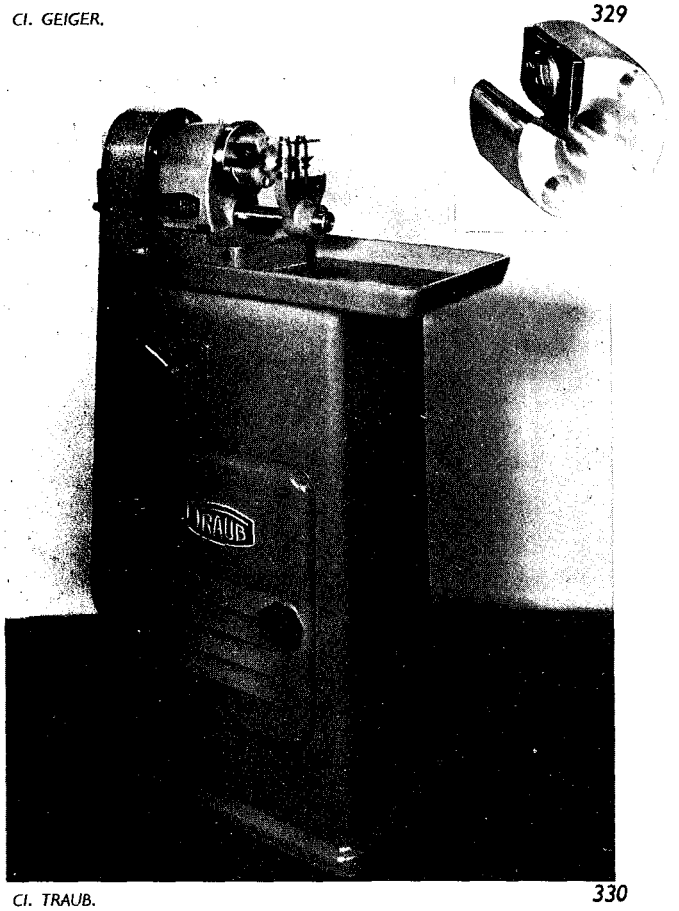
Cl. GEIGER. **331**



Cl. GEIGER. **327**



Cl. GEIGER. **329**



Cl. TRAUB. **330**

La machine très simple se compose :

— *d'une broche creuse* qui possède :

● à une extrémité, un porte-lame rotatif évidé,

● à l'autre extrémité, une pince carrée faite de deux V réglables qui s'ajustent aux dimensions de la pièce carrée à façonner et l'empêchent de tourner.

Le déplacement des pièces de bois se fait :

a) **automatiquement,** avec des galets, pour les diamètres de 30 à 40 mm. Un amenage manuel serait trop lent et trop pénible pour l'exécutant;

b) **manuellement,** pour les diamètres de 10 à 12 mm et moindres.

LE TOUR A LUNETTES

Dans cette machine, la lunette reste fixe et la pièce est animée d'un mouvement de rotation. Elle permet de confectionner des petits objets percés ou non : les bobines.

La machine se compose :

1° D'une poupée fixe.

La broche est parfois creuse et possède une pince de serrage qui tient les barres à usiner.

2° D'une poupée mobile qui reçoit les mèches de tour.

3° D'un chariot à commande manuelle.

Celui-ci supporte :

a) **la lunette de cylindrage,**

b) **l'outil de façonnage,**

c) **le couteau de tronçonnage.**

Nota : On désigne cette machine spécialisée d'après les objets qu'elle façonne, ex. : tour à bobines.

LES TOURS A REPRODUIRE

Ce sont des machines à modèle mobile, de production importante, qui reproduisent en plusieurs exemplaires n'importe quelle forme, ex. : les sabots, les balustres polygonaux, etc. (photo 331).

L'outil de coupe est constitué par des fraises du type monobloc ou à dents amovibles.

Principe du fonctionnement de ces machines et leurs éléments :

1° Un dispositif pour placer parallèlement entre les pointes et horizontalement :

a) **un modèle à reproduire** en métal non ferreux ou en bois amélioré;

b) **plusieurs pièces de bois** à façonner, qu'anime un mouvement de rotation synchronisé avec celui du modèle.

2° Un porte-outil relié au modèle par un palpeur.

Ce porte-outil est conçu pour effectuer :

a) **une coupe transversale des fibres de bois.** Les outils de coupe sont des fraises dont l'axe de rotation est parallèle à celui des pièces de bois en mouvement.

Le porte-outil peut être :

— *mobile* avec une vitesse de déplacement réglable,

— *fixe* en position et ce sont alors les pièces de bois à usiner qui se déplacent.

b) **ou une coupe longitudinale des fibres de bois.** Le porte-outil avec fraises est alors perpendiculaire à l'axe de rotation des pièces à usiner.

Avantages et inconvénients de l'usinage des tours à modèle mobile. Malgré la lente rotation des pièces, le rendement de ces machines donne satisfaction grâce à la multiplicté des pièces usinées toutes ensemble.

L'usinage des fibres du bois attaquées :

— *en travers* est acceptable,

— *en long* est soigné.

Mais, la forme extérieure des pièces présente une multitude de petites facettes que l'on doit faire disparaître par un ponçage mécanique ou une retouche avec les outils classiques pour les pièces sculptées.

Nota : Dans les tours à modèle mobile avec fraises, les mêmes techniques sont utilisées que pour tourner une pièce à la fois avec les toupies et les défonceuses.

MÉTHODES DU TOURNAGE MANUEL

Plusieurs cas sont à considérer :

LES FIBRES DU BOIS SONT PARALLÈLES A L'AXE DE ROTATION

1° Pour les pièces de petite longueur et de petit diamètre, percées ou non, la liaison avec la broche du tour est assurée par :

a) **un mandrin percé d'un trou conique,** dit mandrin à gobelet, où l'on enfonce la pièce de force (fig. 332).

Nota : Un emboîtement conique des pièces peut être aménagé par un tournage entre les pointes des poupées.

b) **un mandrin cylindrique ou conique** qui reçoit les pièces percées et réalise un tournage concentrique à leur trou (fig. 333).

2° Pour les pièces de moyenne longueur.

Pendant leur rotation, elles sont placées entre les pointes des poupées du tour.

Il faut distinguer parmi ces pièces :

a) **celles de petit diamètre** qui sont entraînées par une griffe à trois pointes (fig. 334).

Nota : La longue pointe de la griffe permet de placer les petites pièces sans que l'on ait à arrêter le tour.

On indique le centre de ces pièces par deux traits de scie en diagonale.

L'emplacement des pointes du tour est préparé par un coup de pointeau.

b) **celles de gros diamètre,** massives ou faites de douelles. Elles sont tenues entre les pointes par des plaques métalliques de centrage, vissées, et entraînées par une vis à bois qui relie la pièce à un plateau du tour (fig. 335).

Le sciage préalable des arêtes facilite le tournage des pièces en bois massif.

Pour tracer un pan coupé, successivement :

— *on élève une perpendiculaire* aux arêtes de la pièce,

— *on trace une droite à* 45°,

— *puis, un quart de cercle,* dont le rayon est le côté de la pièce,

— *enfin, on trusquine,* par l'intersection des deux droites, un trait parallèle aux rives de la pièce (fig. 336).

3° Les pièces de grande longueur et de petit diamètre vibrent et sont difficiles à tourner. On peut, dans une certaine mesure, les réaliser en utilisant une lunette fixée sur le banc du tour (fig. 337). La pièce n'est pas carbonisée par le frottement du coussinet de la lunette si celui-ci est rotatif.

Nota : On graisse toujours la contre-pointe pour qu'elle n'échauffe pas le bois.

LES FIBRES DU BOIS SONT TANGENTIELLES ET PERPENDICULAIRES A L'AXE DE ROTATION

Ce tournage intéresse les pièces minces, d'un assez grand diamètre, tournées sans le secours de la contre-pointe. On dit que c'est un *tournage en l'air.*

Les méthodes de ce tournage varient selon le diamètre et la forme des pièces.

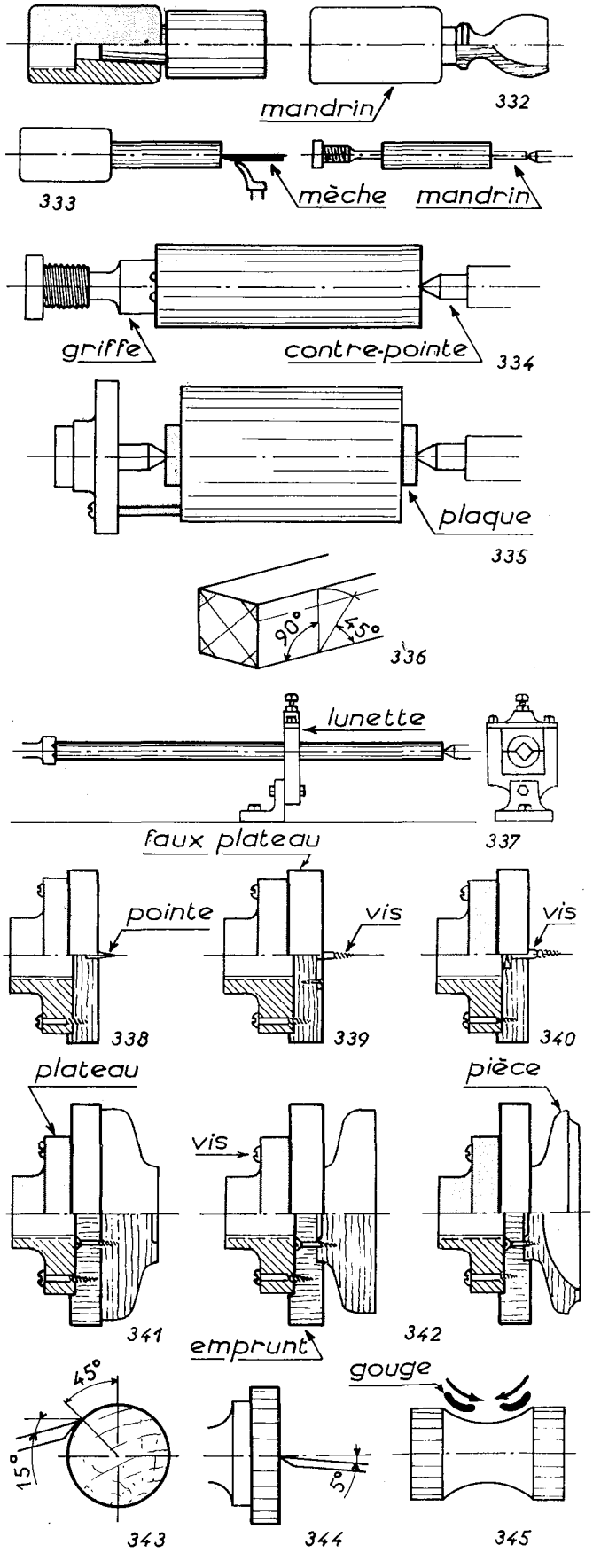
1° Les pièces minces et de faible diamètre, donc légères, ne dépassant pas 150 mm de diamètre, sont fixées avec de la colle spéciale sur un plateau en bois vissé sur le nez du tour (fig. 338).

a) **le plateau** possède une pointe de centrage faite d'une pointe ou d'une vis effilée avec une lime.

b) **la colle** vendue dans le commerce peut être obtenue en fondant les matières suivantes :

	1re FORMULE	2e FORMULE
	gr	gr
Cire jaune	140	250
Résine	400	500
Poix de Bourgogne	60	250
Blanc de Troyes	400	

Nota : La cire à cacheter peut remplacer la colle de tour.



Le collage d'une pièce sur le plateau en bois.

Successivement :

— on met le tour en mouvement,

— on appuie le bâton de colle sur le plateau pour obtenir sa fusion,

— on applique, en exerçant une certaine pression, la pièce à coller, préalablement centrée, sur le plateau afin que le frottement fasse fondre à nouveau la colle,

— on arrête le tour et on attend quelques instants que la colle durcisse pour effectuer le tournage.

Nota : On détache la pièce de son support :
— par un coup de marteau,
— ou avec un ciseau à bois.

2° Les pièces de diamètre et d'épaisseur moyenne.

On monte ces pièces demi-lourdes sur un plateau de tour équipé d'une vis conique, dite queue de cochon (fig. 339, 340).

Ce montage convient pour tourner une seule face des pièces.

Utilisation du plateau à vis.

Il suffit de visser pour que la pièce préalablement percée soit fixée au plateau entraîneur.

3° Les pièces de grand diamètre et de forte épaisseur.

On peut distinguer :

a) **les pièces tournées sur une face.** On les colle sur un plateau de tour en bois, un papier étant placé dans le joint du collage. Ce papier se partage en deux lorsqu'on enlève la pièce de son support.

Des vis peuvent renforcer le collage des pièces lourdes sur le plateau (fig. 341).

b) **les pièces tournées sur deux faces.**

Deux opérations :

— *on tourne une face de la pièce*, comme il a été dit précédemment;

— *on encastre la face de la pièce tournée* dans un disque collé sur le plateau de tour. On appelle ce montage *un emprunt* (fig. 342).

Nota : On peut consolider ce montage avec des vis à bois.

CONSEILS POUR L'UTILISATION DES TOURS MANUELS

On fait les recommandations suivantes :

1° La pièce doit être :

— *fixée solidement* à son organe entraîneur,

— *épannelée* lorsqu'elle est trop volumineuse.

Nota : La contre-pointe doit être graissée pour qu'elle ne carbonise pas la pièce.

2° La vitesse du tour doit être mise en rapport avec le diamètre de la pièce à tourner afin d'éviter qu'elle ne soit projetée en l'air.

3° Le support de pièces doit être placé :

— *très près de la pièce à tourner*, sauf pour le grain d'orge qui n'a pas de surface portante près de sa pointe;

— *au-dessus de l'axe de rotation des pièces tournées entre-pointes,*

— *en dessous de l'axe de rotation des pièces tournées en l'air.*

Remarques.

Avec l'horizontale, l'outil fait un angle de :

- 15 à 20° pour un tournage entre-pointes à coupe tangentielle (fig. 343);
- 5° pour un tournage en l'air (fig. 344).

4° Que l'outil soit :

— *tenu* avec les deux mains, les pouces en dessus,

— *perpendiculairement* par rapport à l'axe de rotation pour un travail de dégrossissage,

— *obliquement* par rapport à l'axe de rotation pour un travail de finition.

Nota : Les gouges doivent toujours couper au-dessus de leur point d'appui d'où la nécessité de les pencher du côté où elles coupent (fig. 345).

Les accidents au tour sont rares, sauf, bien entendu, ceux causés par la projection des copeaux dans les yeux, la mauvaise tenue des outils ou encore les ruptures de pièces défectueuses.

Veiller à ce que les manches des habits ne soient pas happées par les corps d'outils en mouvement.

APERÇU HISTORIQUE DU TOURNAGE

Les opérations de tournage sont parmi les premières techniques imaginées par l'homme. Les habitants de l'Egypte, de la Grèce et de la Rome antique les utilisaient déjà.

Les tours étaient rudimentaires et fabriqués en grande partie en bois. Ils permettaient à un artisan habile de tourner des articles utilitaires ou décoratifs.

L'organe de rotation des tours a été successivement : l'archer, la perche, puis le volant manivelle.

Ce dernier type de tour était encore en usage au début du XX^{e} siècle.

La perche qui donnait au tour son nom et jouait le rôle de ressort était fixée au plafond de l'atelier. Son extrémité mobile était reliée à une pédale par une corde qui s'enroulait au passage autour d'une poulie à gorge de la broche de tour. Il suffisait d'actionner la corde pour mettre en mouvement la pièce à tourner. Un inconvénient : la coupe du bois n'avait lieu que pendant la course de descente de la corde.

Le tour à volant manivelle (masse énergétique) était également mis en mouvement par une corde et une pédale. Le volant, placé soit au plafond, soit sur le banc du tour, transmettait sa rotation à la broche par l'intermédiaire d'une courroie ronde logée dans la gorge des poulies.

C'est avec ces tours que les artisans ont exécuté tous les objets tournés que l'on admire dans les musées.

Les régions riches en tourneurs réputés étaient le Jura, celles dans le voisinage des filatures, les centres d'ébénisterie (comme le faubourg Saint-Antoine à Paris).

Actuellement, le tournage manuel, sauf quelques exceptions, est du domaine du passé. Il a été remplacé avantageusement par des machines productives automatiques ou presque.

LE PONÇAGE DES BOIS

C'est un *usinage* de finition. Il varie avec la qualité des fabrications.

a) **mais, toujours, il tend à faire disparaître :**

- *les imperfections laissées par la coupe des outils,*
- *les défauts imputables à la matière ligneuse* (fig. 346),

b) **à obtenir des surfaces planes** (fig. 347);

c) **enfin, il permet les opérations de calibrage.**

Le contrôle visuel d'un ponçage se fait à contre-jour, disposition qui accentue les défauts de 10 microns.

Les opérations de ponçage sont très lentes à réaliser, donc extrêmement coûteuses. On réduit au maximum ces travaux de finition lorsque les usinages par outils tranchants ont été particulièrement soignés.

Les machines utilisées pour le ponçage des bois sont en grand nombre et diverses, mais peuvent être classées en deux groupes :

1° ***Les machines fixes,*** spécialisées pour un ponçage déterminé,

2° ***Les machines portatives,*** universelles, du domaine de l'artisanat.

Les ponceuses d'où s'échappent beaucoup de poussières sont dangereuses pour les ouvriers. Aussi doit-on protéger :

— *les voies respiratoires par une aspiration des poussières,*

— *les mains par un écran transparent,*

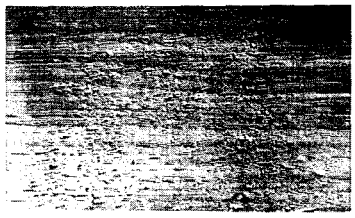
— *les yeux par des lunettes.*

Nota : Les ponceuses ont remplacé peu à peu les racloirs mécaniques.

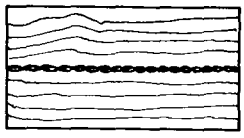
Le ponçage des vernis polyesters fait partie intégrante du vernissage des bois.

LES ABRASIFS : DES OUTILS DE COUPE UTILISÉS DANS LE PONÇAGE

Ce sont des cristaux qui présentent des arêtes tranchantes, agglomérés sur un support souple, de forme convenable (fig. 348).

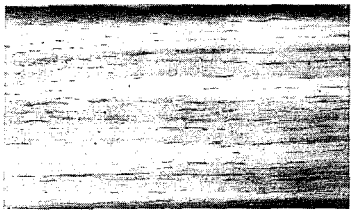


Contact de surfaces rabotées



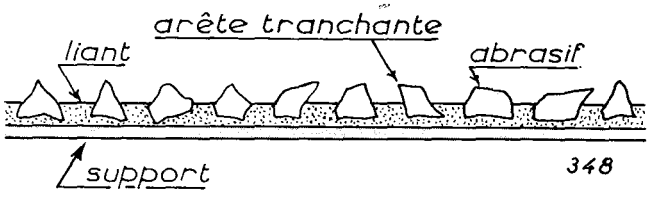
Imperfections d'usinage

346



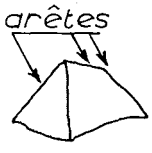
Contact de surfaces poncées

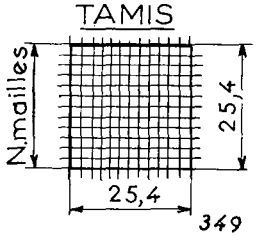
347



348

Cristal abrasif





349

ÉCHELLE DES DURETÉS DE MOHR

Corps		Abrasifs
Diamant	10	
Corindon	9	Carbure de silicium
Topaze	8	Oxyde d'aluminium
Quartz (grès)	7	Grenat
Feldspath orthose	6	Verre
Apatite	5	
Spath fluore	4	
Spath calcite	3	
Gypse	2	
Talc	1	

Chaque corps raye celui qui le précède.

350

1° Le mode d'action des arêtes tranchants.

Elles constituent autant de becs d'outils qui grattent le bois plutôt qu'ils ne détachent un copeau. C'est dans l'espace plus ou moins restreint compris entre deux grains d'abrasifs que les poussières se logent avant d'être expulsées.

A travailler, les grains d'abrasifs s'usent par clivage, c'est-à-dire qu'ils se fragmentent par couches successives pour conserver des arêtes vives.

Nota : Certains grains abrasifs s'usent par érosion en s'arrondissant. Ils s'échauffent, s'encrassent vite et procurent un mauvais ponçage mécanique.

2° Quels sont les abrasifs utilisés ?

a) **le grenat ou garnet.** C'est un silicate d'aluminium naturel, de couleur rouge brun, provenant des Etats-Unis d'Amérique.

Il a pour caractéristiques de présenter une tenue de coupe moyenne améliorée par un traitement au four, et de conserver des arêtes vives par clivage.

On utilise ce minéral pour les ponçages à faible vitesse des bois tendres, tels que les résineux, les aunes et peupliers.

b) **l'oxyde d'aluminium.** On l'obtient à partir du minerai d'aluminium traité à haute température au four électrique.

Sa couleur est brun rougeâtre.

Il procure un abrasif extrêmement tenace, durable, au pouvoir de coupe élevé.

On l'utilise avec les machines à cylindres ou à bandes pour poncer à une vitesse supérieure à 25 m/s les bois durs et très durs, ex. : les chênes.

c) **le carbure de silicium.** La silice et le carbone, traités à haute température, au four électrique, donnent cet abrasif artificiel, de teinte noire, aux reflets bleutés : le carbure de silicium.

Les abrasifs en carbure de silicium sont d'un clivage facile et présentent les meilleures arêtes tranchantes de tous les abrasifs connus, mais ils sont fragiles aux chocs.

Le carbure de silicium est employé pour le ponçage des parquets, des apprêts, des laques et des vernis.

3° La granulation des abrasifs.

On classe les abrasifs selon leur provenance, mais aussi d'après la grosseur de leurs grains.

On utilise plusieurs méthodes pour déterminer la grosseur des grains.

a) **la méthode de la Norme du Standard International.** Le calibrage des grains se fait avec un tamis dont la surface est mesurée au pouce (25,4 mm) divisé par un certain nombre de mailles (fig. 349). Ex. : la grosseur d'un grain d'abrasif du n° 60 a été calibré avec un tamis ayant 60 ouvertures par pouce de côté, soit 3 600 mailles par pouce carré de surface.

b) **la méthode des Normes de définition régionale.** Un certain nombre de pays possèdent leur norme pour déterminer la grosseur des grains abrasifs. Il s'ensuit une différence sensible dans la grosseur des grains d'une marque d'abrasif à l'autre; aussi convient-il d'être très prudent pour utiliser des abrasifs d'origines diverses et de se cantonner à une même marque d'abrasifs pour ne pas avoir des surprises d'usinage désagréables.

GRANULATION DES ABRASIFS	ÉCHELLE		
	STANDARD	FRANÇAISE	U.S.A.
Très gros	12	—	4 ½
	16	—	4
	20	—	3 ½
	24	—	3
	30	—	2 ½
Gros	36	6	2
	40	5	1 ½
	50	4	1
Moyens	60	3	½
	80	2	0
	100	1	2/0
Fins	120	0	3/0
	150	2/0	4/0
	180	3/0	5/0
Très fins	220	—	6/0
	240	4/0	7/0
	280	—	8/0
	320	5/0	9/0
	360	—	10/0
	400	—	—
	500	—	—
	600	—	—

Nota : Le classement des grains par sédimentation est réservé aux poudres abrasives.

4° La résistance à l'usure des abrasifs.

Elle découle :

a) **de la dureté des abrasifs** qui elle-même vient de la cohésion de leurs molécules. Une échelle de dureté a été établie par le savant Mohr (tableau 350),

b) **de la liaison des grains d'abrasifs avec leur support.**

LES SUPPORTS DES GRAINS ABRASIFS

Ils doivent être :

— *résistants à l'usure et au déchirement,*

— *flexibles pour épouser la forme des pièces à poncer,*

— *d'épaisseur et de surface uniformes,*

— *assez poreux pour recevoir un adhésif* qui fixe les grains abrasifs sur leur support.

La substance dont ils sont faits peut être :

1° Le papier.

On emploie pour les supports des papiers qui se différencient les uns des autres par :

a) **leur poids.**

Le choix se fait en fonction :

— *de la flexibilité requise,*

— *du ponçage à réaliser.*

b) **leur fabrication** avec des fibres textiles variées :

— *le chanvre* (fibres de Manille) donne un papier très résistant à l'usure;

— *le jute* fournit un papier très résistant, mais peu souple;

— *la pulpe de bois* un papier Kraft que l'on réserve au ponçage manuel.

Désignation des papiers.

a) **les papiers souples** sont désignés par les lettres A, C ou D, dans un ordre de souplesse décroissante.

On les utilise pour :

— *les ponçages manuels,*

— *les ponçages avec des machines portatives vibrantes.*

b) **les papiers rigides** sont désignés par la lettre E.

Ils conviennent pour :

— *les ponceuses à cylindres,*

— *les ponceuses à bandes longues,*

— *les ponceuses portatives ou fixes à disques.*

Ils servent pour les ponçages des vernis par voie humide lorsqu'ils sont imperméabilisés.

2° La toile.

Il existe deux sortes de toiles :

a) **la toile souple** désignée par la lettre J. Elle sert pour confectionner les bandes des machines portatives et le ponçage des moulures;

b) **la toile rigide** désignée par la lettre X. On l'utilise pour les ponceuses à bandes courtes et pour effectuer des ponçages importants en charronnage, en saboterie.

3° Le papier et la toile combinés.

Dans ce cas, le support est fait de deux couches superposées : l'une de papier, l'autre de toile qui supporte les grains abrasifs.

Le support papier-toile a l'avantage de posséder à la fois la faible propension à l'allongement du papier et la flexibilité de la toile.

On utilise ce support pour le ponçage des parquets et parfois celui des panneaux de particules.

4° Les fibres.

Le support de fibres est peu utilisé, sauf pour enlever beaucoup de matière première avec les ponceuses à cylindres.

LES LIANTS

Leur rôle est de fixer les grains abrasifs au support (fig. 351).

Ils doivent répondre aux exigences suivantes :

— *fixer solidement les grains à leur support,* tout en lu conservant une certaine souplesse,

— *résister à la chaleur et à l'humidité,*

— *permettre un ponçage plus ou moins énergique.*

Les produits adhésifs, d'origine naturelle ou chimique, peuvent être :

1° Des colles animales ou colles fortes.

Elles ont l'avantage :

— *d'avoir un bon pouvoir adhésif,*

— *d'être souples et économiques,*

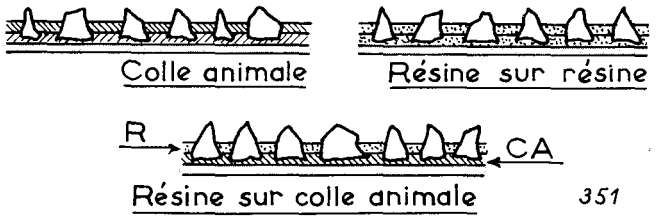
mais elles ont l'inconvénient d'être sensibles :

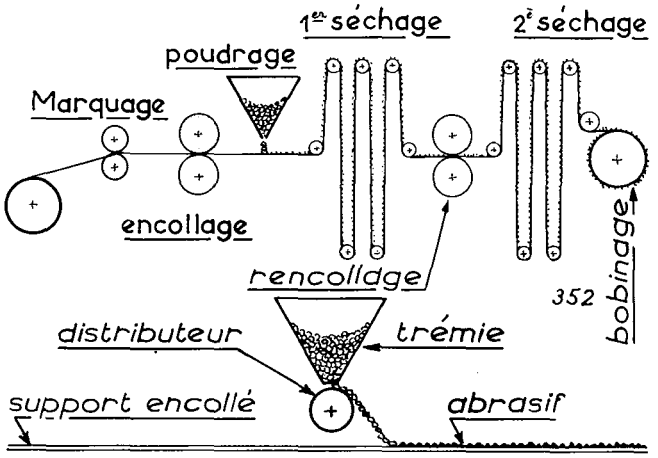
— *à la chaleur.* Utilisées pour effectuer un ponçage intense qui développe de la chaleur, elles laissent échapper les grains abrasifs, et les sciures adhèrent au liant.

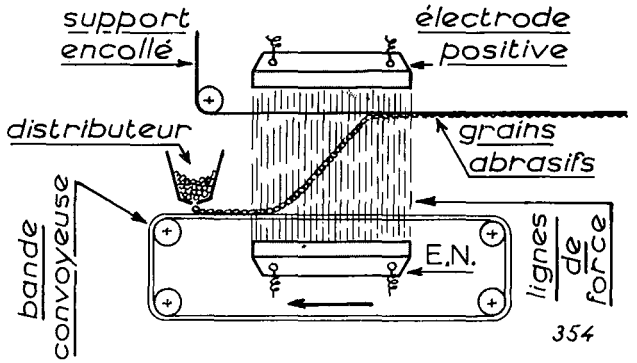
— *à l'air humide.* Celui-ci ramollit la colle si bien que les grains abrasifs se déchaussent et s'encrassent de sciures.

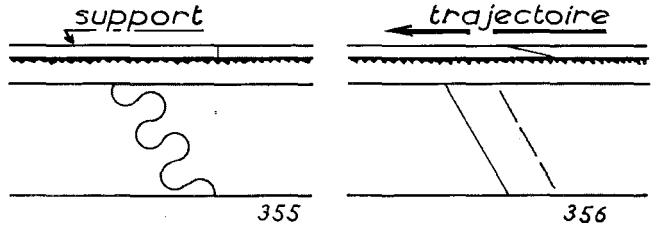
— *à l'air sec* qui diminue la souplesse de la colle et favorise l'expulsion des grains abrasifs.

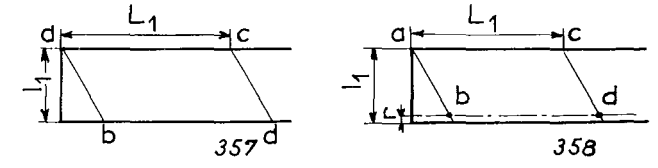
Nota : Les papiers abrasifs fabriqués avec un liant à la colle animale ne conviennent pas pour le ponçage à l'eau des laques et des vernis.

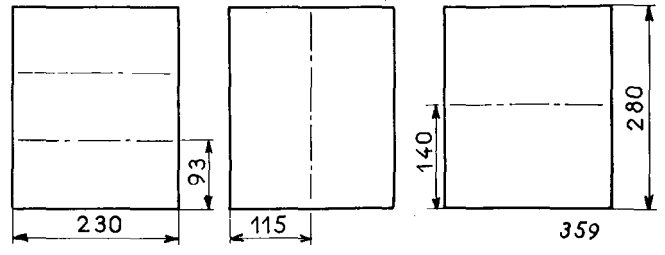












2° Des résines synthétiques thermodurcissables.

Ces résines d'origine chimique ont l'avantage d'être très résistantes :

— *à la chaleur et à l'eau,*

— *à un travail intensif ;*

mais, elles ont l'inconvénient d'être d'un prix plus élevé que les colles fortes.

3° Des liants mixtes : colle forte et résine chimique.

C'est un compromis entre les deux liants précédemment cités.

Le procédé de fabrication consiste à recouvrir le support de deux couches : l'une faite de colle forte, l'autre de résine synthétique après le saupoudrage des grains abrasifs. Cette technique procure un liant de qualité, car il réunit les avantages des deux liants qui le composent.

FABRICATION DES GARNITURES ABRASIVES

Elles se présentent sous la forme d'une bande fabriquée en continu (fig. 352) par les opérations suivantes :

1° L'encollage du support.

Il consiste à déposer un mince film adhésif sur le support afin de fixer les grains abrasifs.

2° Le poudrage des grains abrasifs sur leur support.

La distribution des grains abrasifs se fait :

— *soit à* 100 %, *en couche dite fermée,*

— *soit à* 50 *ou* 70 %, *en couche dite ouverte.*

La répartition plus ou moins dense des grains abrasifs sur le support influe sur :

— *la tendance de l'abrasif à s'encrasser.*

Les abrasifs aux grains largement espacés conviennent pour le ponçage des apprêts, des laques et des vernis.

— *la flexibilité de l'abrasif.* Celle-ci favorise le ponçage des surfaces courbes, ex. : les moulures.

Deux techniques de poudrage.

On obtient celui-ci :

a) **par gravité,** procédé très simple par lequel on couvre de grains abrasifs une bande encollée qui défile sous une trémie (fig. 353).

b) **par électro-statique,** procédé qui répartit et oriente convenablement les grains abrasifs (fig. 354). Le produit obtenu est de qualité.

Les grains abrasifs, placés dans un champ électro-statique, se chargent d'électricité et vont se placer sur la bande encollée. La plus grande dimension des grains abrasifs est perpendiculaire à leur support, position favorable à la coupe.

3° Le séchage de l'adhésif.

4° L'encollage des grains abrasifs, appelé rencollage.

Il a pour but de recouvrir en partie les grains abrasifs de colle pour assurer leur bonne liaison avec le support.

5° Le séchage du produit fini et le bobinage de la bande.

FORME ET DIMENSIONS DES GARNITURES ABRASIVES

Elles se présentent sous la forme :

1° De bandes.

Vendues en rouleaux de 45 m environ de longueur, leur largeur est de :

a) **120 et 150 mm** pour équiper les ponceuses à bandes courtes ou longues. On les découpe pour confectionner une bande sans fin dont la longueur varie avec la marque de la machine.

Nota : Il existe des bandes très étroites réservées au ponçage des chantournements.

b) **380 et 610 mm** pour garnir les cylindres des machines à poncer.

2° De disques.

Leur diamètre est de 100, 120, 150, 200, 250, 300 et 380 mm. On les utilise pour les ponceuses portatives ou fixes.

3° De rectangles mesurant 230 × 280 mm de côté.

Ils servent à équiper les patins des ponceuses portatives vibrantes.

PRÉPARATION DES GARNITURES DES MACHINES A PONCER

Elle intéresse l'équipement :

1° Des ponceuses à bandes longues ou larges.

Pour obtenir une bande sans fin, d'une dimension appropriée à celle de la machine, on effectue, avec un appareil, un joint :

a) **en queue d'aronde, dit « J.A. »** (fig. 355). Cette sorte de joint nécessite un entoilage de la surface interne de la bande. Il n'est plus guère utilisé.

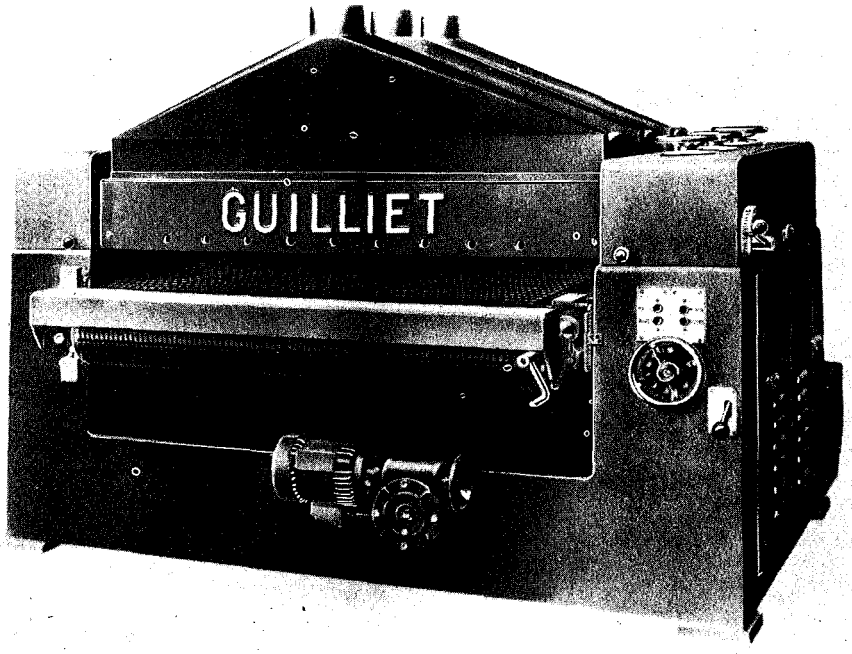
b) **en sifflet, nommé Uniflow, dit « J.U. »** (fig. 356). On réalise ce type de joint en collant les extrémités biseautées de la bande avec la précaution suivante : le pied du sifflet doit venir d'abord en contact avec l'organe d'entraînement. Ce procédé exige des papiers assez épais comme ceux utilisés pour les ponçages grossiers.

2° Des ponceuses à cylindres.

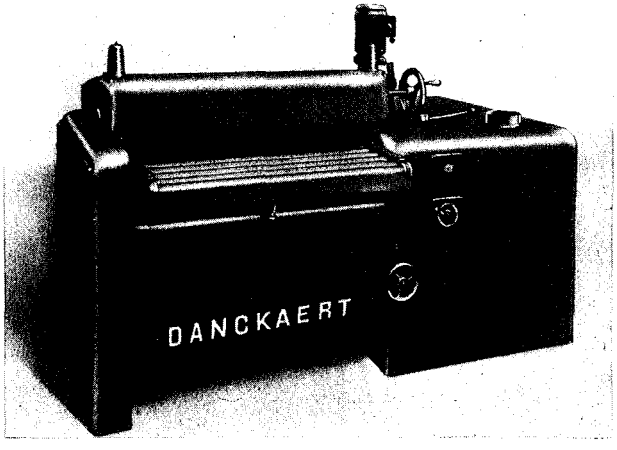
On garnit les cylindres de ces machines avec une bande enroulée en spirale. Le découpage des garnitures exige de la précision :

— *par mesure d'économie,*

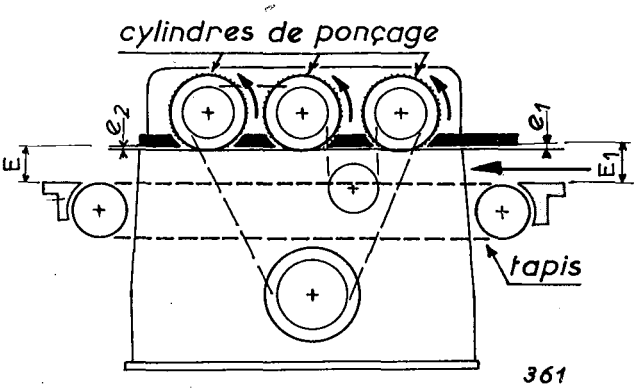
— *pour un bon fonctionnement de la machine.*



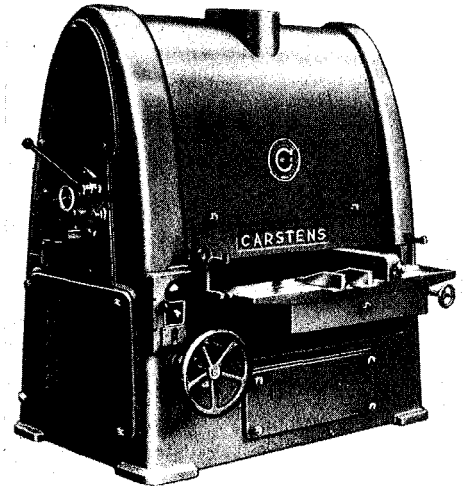
Cl. GUILLIET-AUXERRE. 360



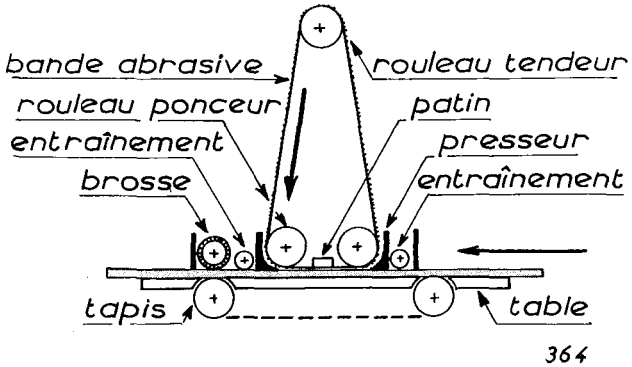
Cl. DANCKAERT. 362



361



Cl. CARSTENS. 363



364

L'enroulement spiralé des bandes peut se faire :

a) **bord à bord** (fig. 357). La longueur de la bande est donnée par la formule :

$$L_1 = \frac{L \times C}{l_1}.$$

L = la longueur du cylindre.
C = la longueur de la circonférence.
l_1 = la largeur de la bande abrasive.

On trace sur la bande :

ab = C
ac = L_1

b) **avec un recouvrement des bords** (fig. 358).

$$L_1 = \frac{L \times C}{l_1 - r}.$$

r = la largeur du recouvrement de la bande.

Nota : En pratique, on découpe les bandes abrasives à l'aide d'une lame tranchante guidée par un gabarit métallique.

3° Des ponceuses vibrantes.

Pour des patins ponceurs :

a) **de 95 × 170 mm,** on découpe la feuille dans le sens de sa largeur en trois parties égales, chacune mesurant 93 × 230 mm (fig. 359).

b) **de 115 × 225,** on découpe la feuille dans le sens de sa longueur en deux parties égales, chacune mesurant 115 × 280 mm.

c) **de 145 × 170,** on découpe la feuille dans le sens de sa largeur en deux parties égales chacune mesurant 140 × 230 mm.

MOUVEMENT DES GARNITURES ABRASIVES

Il peut être :

1° Continu.

soit

a) **rectiligne,** ex. : le mouvement des ponceuses à bandes.

b) **circulaire,** ex. : le mouvement des ponceuses lapidaires.

c) **elliptique,** ex. : le mouvement des patins des ponceuses vibrantes.

d) **sinuosidal,** ex. : le mouvement des ponceuses à cylindres.

2° Alternatif.

— **rectiligne,** ex. : le mouvement des deux patins des ponceuses portatives.

VITESSE LINÉAIRE DES GARNITURES ABRASIVES

Elle varie entre 17 et 30 m/s selon :

a) **la nature de l'abrasif,**

b) **la nature de l'essence à poncer,**

c) **la vitesse d'amenage** des pièces à poncer qui est comprise entre 4 et 12 mètres par minute.

LES MACHINES

Les machines à poncer sont nombreuses et diverses.

Certaines sont utilisées par l'industrie, d'autres à la fois par l'industrie lourde et l'artisanat.

Il existe trois types de machines :

— *les machines fixes* pour poncer les surfaces planes.

En général, ce sont des machines de bonne conception qui comportent divers dispositifs pour obtenir un réglage précis à l'aide de verniers optiques ou non, de comparateurs. Malgré cela, pour diverses raisons, il est impossible d'atteindre de grandes précisions d'usinage. Le ponçage mécanique procure surtout une précision d'aspect mais non dimensionnelle.

— *les machines fixes* pour poncer les champs et les moulures.

— *les machines portatives* pour poncer des formes diverses.

La transmission du mouvement de rotation à l'outil abrasif est :

— *mécanique*, ex. : la transmission flexible des ponceuses à disque.

— *électrique*, ex. : la ponceuse portative à bande courte.

— *pneumatique*, ex. : la ponceuse vibrante à patin.

Généralement, les machines fixes possèdent :

— *un ampèremètre* qui vérifie les conditions de travail,

— *un variateur ou une boîte de vitesse* pour employer correctement l'abrasif.

Les machines pour surfaces planes.

LES PONCEUSES A CYLINDRES (photo 360).

Largement utilisées, elles présentent l'avantage :

— *d'être simples et relativement peu coûteuses,*

— *d'être équipées d'un abrasif bon marché;*

mais elles ont un triple inconvénient :

— *l'usure des garnitures abrasives est rapide,*

— *le changement des garnitures abrasives est long et délicat à effectuer,*

— *l'état des surfaces est médiocre avec une vitesse d'avance élevée.*

Les ponceuses à cylindres comportent :

1° Des cylindres horizontaux au nombre de 2, 3 ou 4 qui servent de support aux garnitures abrasives. Leur diamètre varie de 200 à 300 mm et leur longueur entre 0,50 et 1,30 m.

Le premier des rouleaux effectue un ponçage de dégrossissage, les autres servent à la finition (fig. 361).

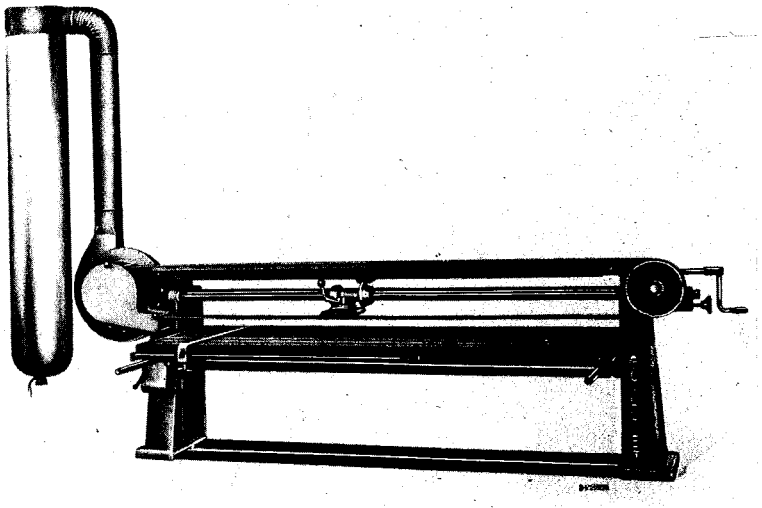
Tous sont animés d'un mouvement :

a) **de rotation** inverse de celui de l'avance du bois,

b) **de va et vient alternatif** pour obtenir un ponçage croisé.

Les rouleaux de ces machines sont garnis de feutre collé d'une dureté variable; parfois, certains de ces rouleaux sont lisses et sans garniture de feutre.

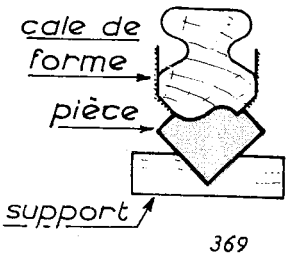
Chaque rouleau présente un système de fixation et de tension des garnitures abrasives.



CI GUILLIET-AUXERRE.

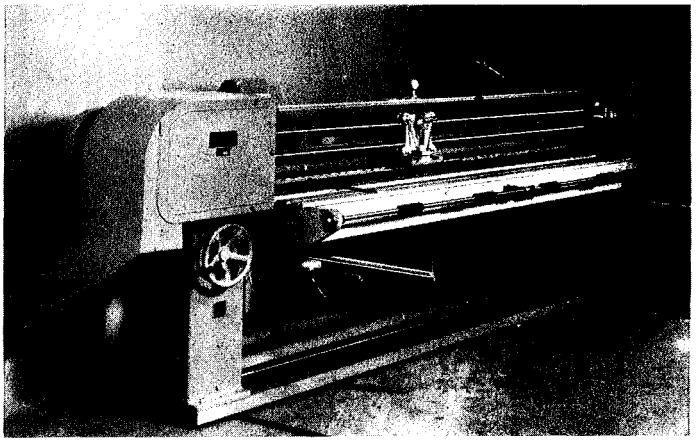
365

366



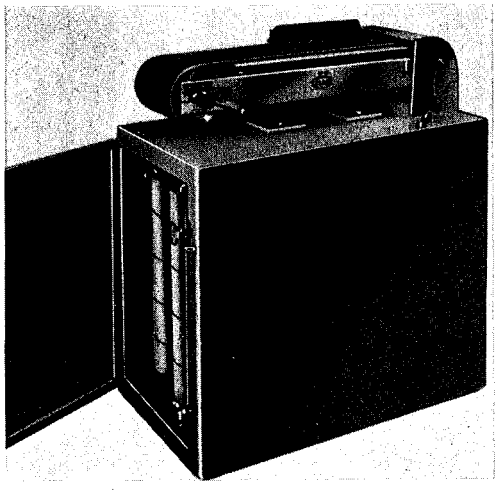
367

369



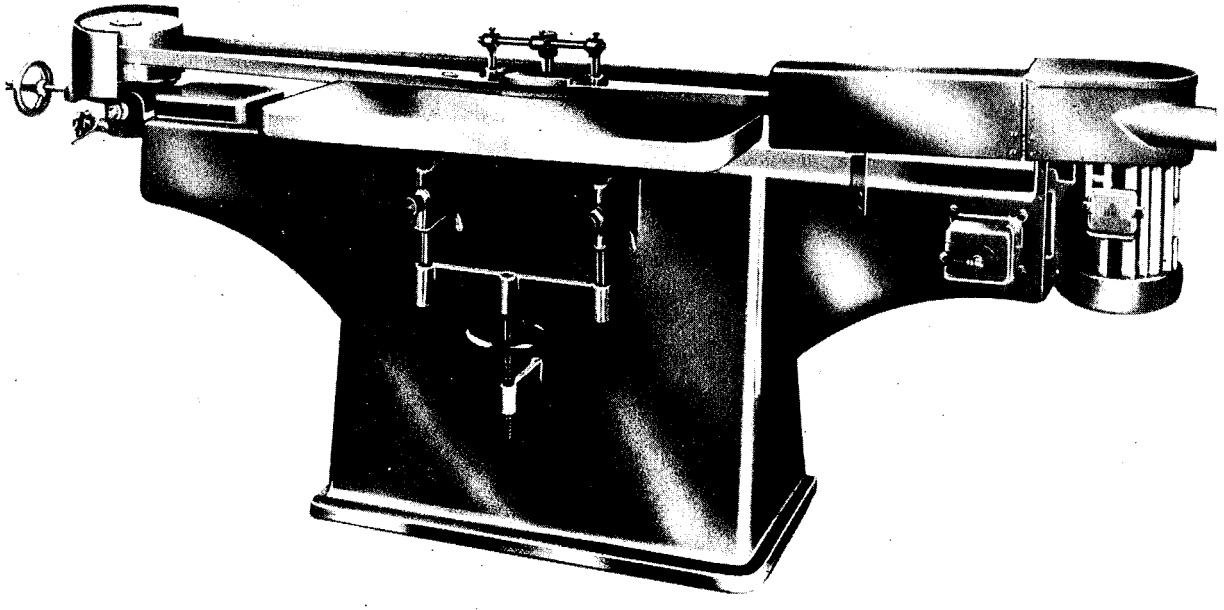
CI. R. BÜRKLE.

366



CI. ÉLAN.

367



CI. HELMA-NOHOMA.

368

Les cylindres sont :

— *lisses* pour recevoir les bandes abrasives placées bord à bord,

— *pourvus d'une rainure hélicoïdale* lorsque les bandes se recouvrent.

La vitesse angulaire des cylindres n'est pas la même pour tous : le premier cylindre tourne plus lentement que les autres.

2° ***Une brosse rotative*** placée à la sortie de la machine.

3° ***Une table.***

Elle peut être :

a) **rigide** pour effectuer des travaux de calibrage;

b) **souple** lorsque les questions d'aspect sont primordiales.

4° ***Un système d'amenage*** qui peut être constitué par :

a) **des cylindres;**

b) **ou un tapis sans fin** en caoutchouc tenu par des cylindres placés exactement en dessous de la génératrice active des cylindres ponceurs.

Nota : L'air comprimé sert au nettoyage des garnitures abrasives et des organes d'entraînement.

LES PONCEUSES A BANDE LARGE (photos 362-363).

Ces machines tendent à remplacer les ponceuses à cylindres pour les raisons suivantes :

— *elles assurent une production plus grande à qualité égale,*

— *le changement des abrasifs est rapide,*

— *la durée d'utilisation des abrasifs est plus longue avec un meilleur refroidissement et un encrassement réduit;*

mais elles présentent certains inconvénients :

— *elles exigent des abrasifs coûteux,*

— *elles fatiguent la bande abrasive au risque de la casser,*

— *elles obligent à des précautions : conserver les bandes abrasives dans une atmosphère ni trop sèche ni trop humide.*

Les ponceuses à bande large possèdent :

1° ***Un cylindre de contact*** qui peut être placé :

a) **en dessus** (fig. 363, 364).

b) **ou en dessous** de la pièce, disposition qui permet d'avoir deux machines en tandem pour réaliser un travail complet sans avoir à retourner les pièces à poncer (fig. 362).

La longueur du cylindre varie entre 0,61 et 1,85 m.

Le cylindre est muni d'une frette en caoutchouc possédant des cannelures hélicoïdales.

Un système automatique conserve une bonne position à la bande abrasive

2° ***Des cylindres de renvoi et de tension*** pneumatiques de la bande.

3° ***Un patin*** sur certaines machines augmente la surface de contact de la bande abrasive avec la surface à poncer dans le but d'améliorer la qualité du travail.

Nota : Les ponceuses à bande large se font avec :
— une, deux ou trois bandes agencées parallèlement.
— ou une bande unique accompagnée d'un ou deux cylindres ponceurs.
— encore deux bandes et un cylindre dégrossisseur.

LES PONCEUSES A BANDES LONGUES

Il existe deux types de machines :

1° ***Les ponceuses simples*** (photo 365).

Dans ces machines très répandues, la bande abrasive sans fin est suspendue sur des poulies d'entraînement. La pièce à poncer repose sur une table horizontale.

Les ponceuses à bande sont utilisées pour le ponçage des surfaces planes de grandes dimensions.

L'action de la bande abrasive s'exerce grâce à une pression manuelle par l'intermédiaire d'un patin :

a) **tenu à la main,**

b) **ou actionné par un levier.**

Des petites billes de verre collées avec une matière plastique favorisent le glissement du patin sur le dos de la bande abrasive.

La table de la machine déplacée à la main fonctionne en va-et-vient.

Nota : Ces machines sont de plus en plus remplacées par des machines plus perfectionnées.

2° ***Les ponceuses perfectionnées*** (photo 366).

Ces machines diffèrent du type simple par une poutre de pression commandée par un dispositif :

— *pneumatique,*

— *ou hydraulique.*

Les ponceuses à poutre ont pour avantages :

— *de favoriser la productivité d'une entreprise,*

— *de permettre le ponçage des placages les plus minces,*

mais, elles ont l'inconvénient :

— *d'échauffer et de fatiguer rapidement la bande abrasive.*

Les pièces sont souvent fixées par des ventouses au support de pièces qui peut être :

a) **une table actionnée en va-et-vient,**

b) **un tapis sans fin automatique.**

Nota : On évite l'usure prématurée des bandes abrasives lorsque leur dos est graphité ou simplement graissé.

Les machines pour les champs et les moulures.

LES PONCEUSES A BANDE PORTÉE (photo 367).

Ce sont des machines qui ressemblent aux précédentes avec ces différences pour la bande :

a) **elle repose sur un appui de forme :**

— *plate* pour poncer des petites pièces assemblées ou non,

— *quelconque* constituée par :

● une cale fixe ou oscillante (photo 368, fig. 369),

● ou un disque rigide possédant le contreprofil de la pièce à poncer,

● encore un disque souple fait de papier ou d'un tout autre produit (photo 373).

La pièce à poncer est tenue à la main. Une butée empêche l'éjection des pièces pendant le travail.

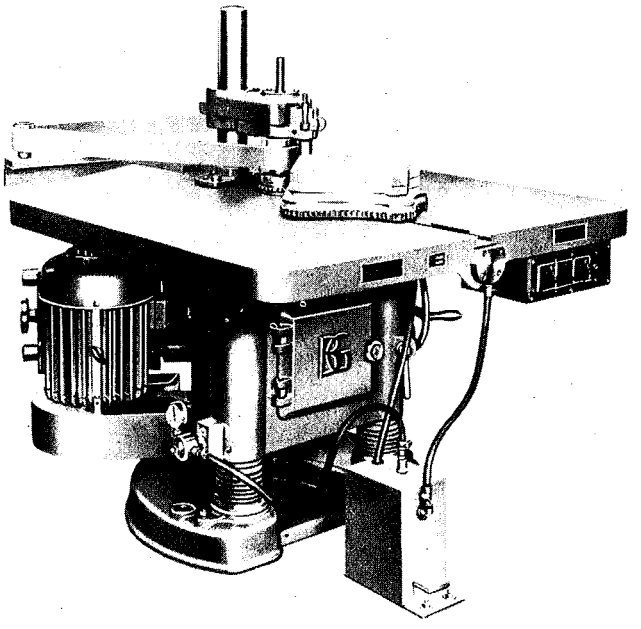
b) **elle est orientable** pour procurer un plan de travail

— *horizontal,*

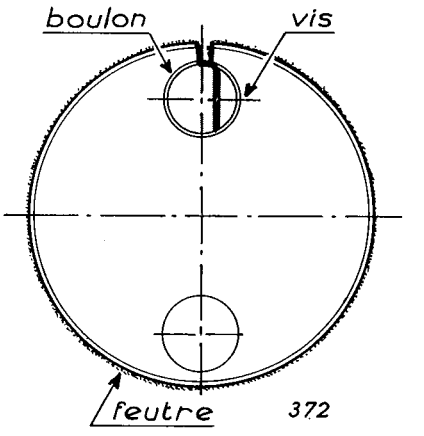
— *vertical,*

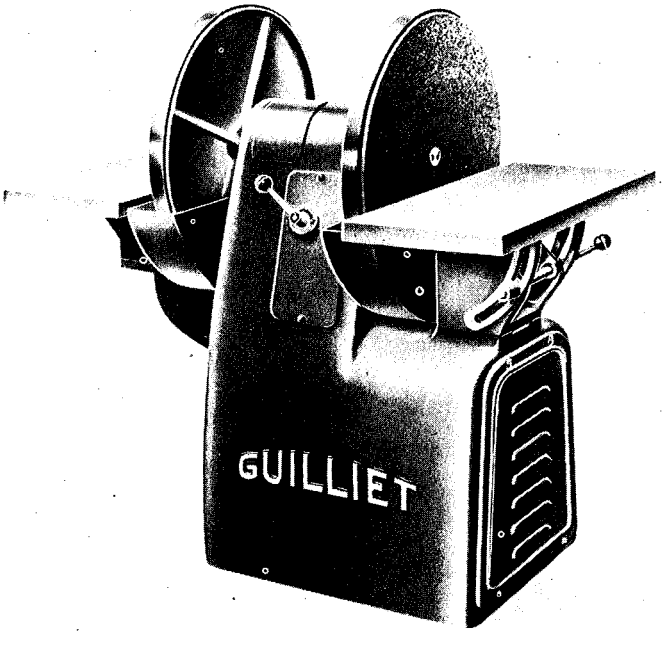
— *ou oblique.*

Nota : Les calibreuses du type toupie peuvent être utilisées pour le passage de formes quelconques (photo 370).

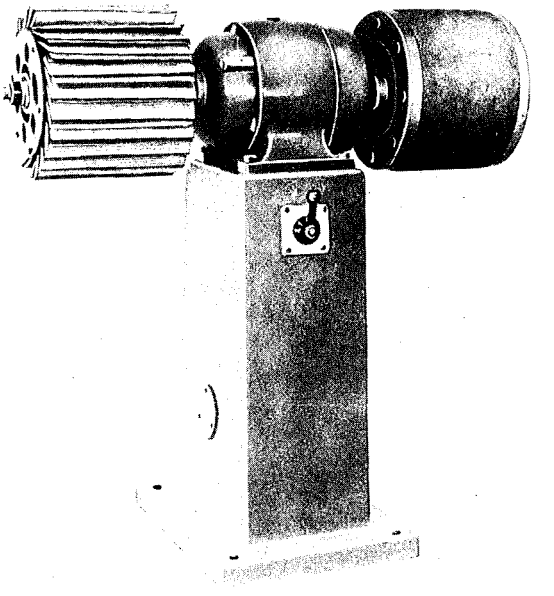


CI BÖTTCHER & GESSNER. **370**





CI. GULLIET-AUXERRE. **371**



CI. KURT EHEMANN **373**

LES PONCEUSES A DISQUES FIXES EN POSITION, DITES LAPIDAIRES (photo 371).

Elles ont l'avantage :

— *d'effectuer les opérations d'affleurage* de pièces assemblées, ex. : les cadres, les boîtes;

mais, elles ont l'inconvénient :

— *d'offrir une vitesse linéaire qui varie d'un point à un autre du disque*, d'où l'existence d'une zone utile égale aux deux-tiers du rayon pour éviter de travailler trop près du centre où la vitesse est plus faible.

Ces machines possèdent :

1° ***Un ou deux disques verticaux*** d'un diamètre plus ou moins important selon la spécialisation de l'entreprise,

2° ***Une table support de pièces*** de position angulaire réglable.

La fixation du disque abrasif sur son support se fait :

a) **soit avec de la colle,** technique qui permet de changer rapidement le disque abrasif,

b) **soit avec une frette.** Mais il est malaisé de placer le papier abrasif sans le plisser, aussi l'humecte-t-on légèrement au revers au moment de l'opération.

Nota : On évite les rayures de l'abrasif par un déplacement latéral de la pièce à poncer.

LES PONCEUSES A TAMBOUR

Elles présentent un cylindre qui reçoit un manchon abrasif d'un diamètre approprié à l'usinage des pièces courbes à poncer.

Deux types de machines sont en usage :

1° ***Les ponceuses à tambour rigide*** dont le diamètre varie entre 40 et 150 mm (fig. 372).

Elles sont animées d'un double mouvement :

a) **de rotation.**

b) **et de va-et-vient alternatif** afin que les surfaces poncées ne soient pas rayées.

Elles servent pour le ponçage de pièces cintrées dans un seul plan, ex. : les traverses courbes.

2° ***Les ponceuses à tambour pneumatique,*** souple, d'un diamètre de 100 à 150 mm (photo 373).

Le manchon en toile abrasive est supporté par une chambre à air serrée entre deux flasques et que l'on gonfle selon la souplesse désirée.

Cette machine permet le ponçage des pièces cintrées dans deux plans, ex. : les dossiers de chaises.

Les ponceuses portatives.

L'artisanat les utilise largement pour effectuer les travaux d'affleurage et de finition. La grosse industrie les emploie seulement pour quelques travaux de finition très soignés.

LES PONCEUSES A DISQUES (photo 374).

Leur mouvement circulaire ne procure pas un ponçage exempt de rayures. Aussi conviennent-elles aux travaux de menuiserie.

LES PONCEUSES A BANDE PORTÉE DITES TANKS (photo 375).

Elles permettent des ponçages d'affleurement et de finition soignés.

On les utilise de deux façons :

a) **la ponceuse est mobile** et la bande placée en dessous pour le ponçage des grandes surfaces;

b) **la ponceuse est fixe** et la bande placée en dessus pour le ponçage des petites surfaces ainsi que des pièces plus ou moins cintrées.

LES PONCEUSES A PATIN SIMPLE OU DOUBLE (photo 376).

Grâce à leur mouvement elliptique, elles procurent des ponçages de finition exempts de rayures.

Nota : Il n'est pas rare de voir des artisans ingénieux imaginer des montages ou utiliser la broche de la mortaiseuse à mèche, du tour ou de la toupie pour effectuer des ponçages adaptés à leur production.

MÉTHODES DE PONÇAGE

On recommande :

1° ***D'effectuer le ponçage*** des bois dans le sens de leurs fibres.

Toutefois, le ponçage et le dégrossissage des bois tendres peuvent se faire sous un certain angle pour être plus efficaces.

2° ***De choisir la granulation de l'abrasif*** qui convient :

a) **à la dureté du bois à poncer,**

b) **à la qualité du ponçage à obtenir.**

On peut retenir les numéros :

— 40 *à* 60 *pour un ponçage de dégrossissage,*

— 80 *ou* 100 *pour un ponçage soigné,*

— 120 *à* 150 *pour un ponçage très soigné.*

3° ***De mouiller les fibres du bois*** avant d'opérer la dernière passe de finition avec de l'eau tiède ou de préférence avec une solution aqueuse très étendue de colle urée-formol.

Cette opération a pour but de prévenir le relevage des fibres du bois comprimées par les usinages successifs, au moment des opérations de mise en teinte ou de vernissage.

4° ***De choisir la machine qui convient*** à la qualité de l'usinage désirée.

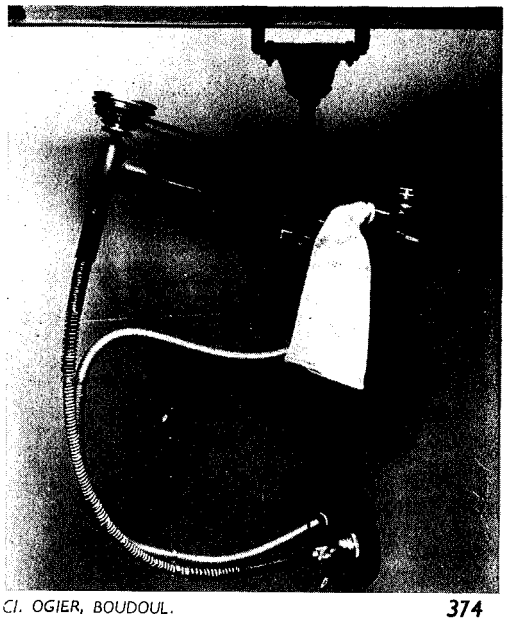
HISTORIQUE DU PONÇAGE

L'usinage de finition a toujours été une opération longue et coûteuse.

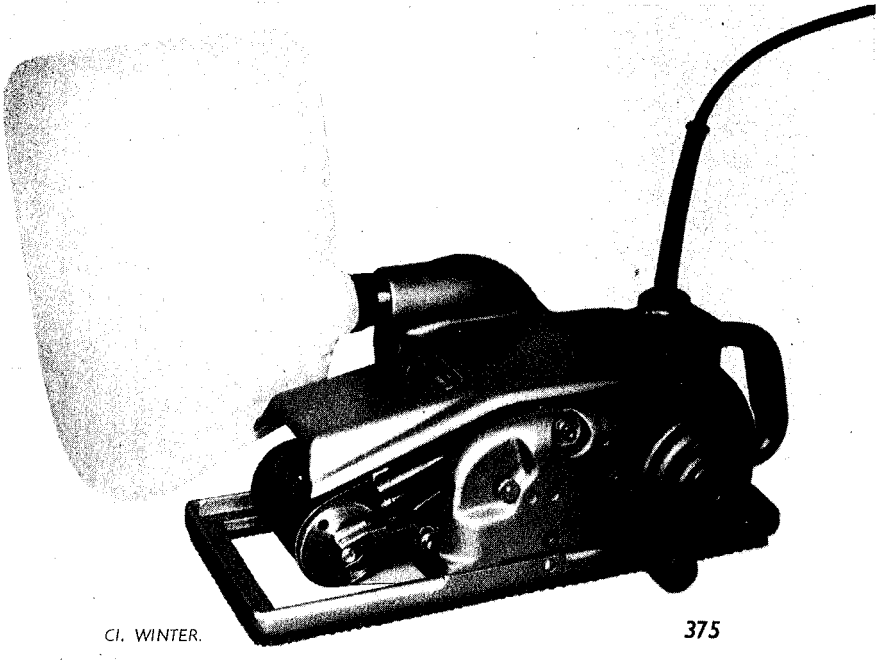
On a cherché par divers moyens à réduire le temps consacré à ce travail. C'est ainsi que l'on a effectué le raclage mécanique des surfaces planes avant le ponçage.

On a réalisé d'abord le ponçage des surfaces planes, ensuite celui des formes complexes.

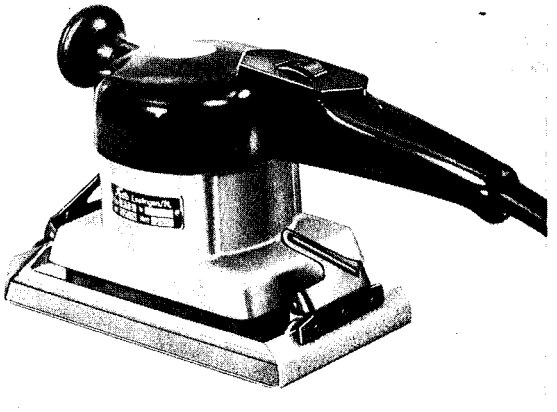
Actuellement, pour des raisons d'économie, les opérations de ponçage sont de plus en plus automatiques et exigent peu de main-d'œuvre qualifiée.



Cl. OGIER, BOUDOUL. **374**



Cl. WINTER. **375**



Cl. FESTO. **376**

AFFÛTAGE DES OUTILS TRANCHANTS

Il a pour but de satisfaire aux conditions de coupe des outils pourvus d'arêtes tranchantes vives et de leur conserver leur forme géométrique première.

En effet, un outil qui ne remplit pas ces conditions :

— **procure un usinage sans valeur** au point de vue de la qualité et de la précision des cotes, car usé, l'outil coupe mal le bois et le refuse,

— **paralyse la productivité de l'entreprise,**

— **fatigue inutilement la machine et son utilisateur.**

Pour être valable, l'affûtage des arêtes tranchantes doit être réalisé avec une grande finesse afin que l'outil puisse détacher des copeaux même d'une faible épaisseur.

— *avec une précision au centième de millimètre près,*

— *sans que soit modifiée la structure moléculaire de la partie active de l'outil, en particulier par échauffement.*

On pratique l'affûtage des outils dans un local équipé de machines appropriées, net, bien éclairé et à l'abri des vibrations.

Pour des raisons de productivité et de rentabilité, il doit y avoir un roulement minimum de trois jeux d'outils par machine.

On recommande de nettoyer les outils avec de l'eau chaude avant de les affûter, afin de les débarrasser des poussières d'usinage et surtout éviter de les gratter.

Nota : Rien ne sert d'avoir un outil de qualité s'il est mal affûté.

L'USURE DES ARÊTES TRANCHANTES

Elle se manifeste par une désagrégation de l'arête tranchante qui s'arrondit de plus en plus au fur et à mesure qu'elle se détériore.

Cette usure est provoquée par :

— *les frottements* dus à la coupe du bois et aux frottements parasitaires que l'on rencontre dans les outils flexibles : les scies circulaires (voir le livre de la classe de 2e).

La répercussion de ces frottements est plus ou moins importante selon :

— *la qualité plus ou moins bonne des aciers ou des carbures utilisés,*

— *l'affûtage plus ou moins précis,*

— *la nature plus ou moins abrasive des produits usinés.*

1° *La tenue de coupe des arêtes tranchantes.*

L'arête tranchante usée n'a pas toujours la même allure.

Elle prend une forme arrondie :

a) **régulière,** dans le cas des aciers de toutes nuances.

b) **irrégulière,** dans le cas des carbures (lire page 63).

L'usure se fait en trois temps :

Elle est :

— *d'abord accentuée.* Cette usure rapide de l'arête tranchante est due à la structure des carbures et aux microfissures causées par l'affûtage.

— *ensuite, lente et régulière.* C'est la période d'utilisation rationnelle de l'outil.

— *très accentuée,* dans une dernière phase. On doit cesser d'utiliser l'outil lorsque l'usure de l'arête tranchante s'accentue brusquement.

Nota : On place un ampèremètre sur les machines-outils pour apprécier le degré de désaffûtage d'un outil en fonctionnement.

2° *L'aspect d'une arête tranchante usée.*

Elle présente une forme plus ou moins arrondie selon le travail effectué .

Une arête tranchante qui a travaillé:

a) **en coupe cylindrique** peut être arrondie sur :

— *le front d'attaque,*

— *ou sur le dos.*

b) **en coupe fauchante et cylindrique** offre un arrondi qui intéresse surtout sa dépouille latérale, donc la pointe de l'arête tranchante. L'importance de cette usure varie avec la profondeur de l'usinage réalisé.

LES OUTILS D'AFFÛTAGE : LES MEULES ABRASIVES

a) **le choix d'une meule se fait en fonction :**

— *de la nature de l'outil à affûter :* acier ou carbure,

— *de l'affûtage à réaliser :* de dégrossissage ou de finition pour obtenir une arête tranchante parfaitement polie et sans rayures.

Il faut savoir qu'une meule de grain trop :

— *gros* procure une arête tranchante dentelée,

— *fin* procure une arête tranchante parfaitement polie, mais l'affûtage est long, donc coûteux ; de plus, l'arête tranchante risque d'être détériorée par une pression trop forte de l'outil sur la meule, qui cause un échauffement localisé ou généralisé (voir le livre T.G. de la classe de 2e).

b) **la forme des meules d'affûtage.**

On utilise les meules dites :

— *tambours* pour affûter les lames tranchantes des raboteuses,

— *coniques* pour affûter les fraises-scies,

— *assiettes* pour affûter les fraises des toupies,

— *plates* à champ rond pour affûter les mèches des défonceuses.

c) **la nature des abrasifs** (voir Cours de technologie générale, classe de 2e).

On utilise pour l'affûtage :

1° ***Des aciers,*** des meules en corindon.

DÉSIGNATION DES CARACTÉRISTIQUES DES MEULES DANS L'ORDRE SUIVANT	CHOIX DES MEULES D'AFFUTAGE
La nature de l'abrasif par une lettre.....	A
La grosseur des grains abrasifs par un nombre..	60 à 80
La dureté de la meule ou grade par une lettre .	I, M
Le tassement des grains par un nombre	3
La nature de l'agglomérant par une lettre.....	V, B, E

Ex. : Désignation des meules d'affûtage de marque Norton :

38 A 60 - M3 V.

Vitesse des meules en corindon :

— *avec un agglomérant minéral* : 25 m/s,

— *avec un agglomérant organique* : 30 m/s.

Nota : On nettoie les meules en corindon au moyen :
— d'un diamant serti dans une monture,
— ou d'une pierre en carborumdum.

2° ***Des carbures de wolfram,*** des meules diamantées.

DÉSIGNATION DES CARACTÉRISTIQUES DES MEULES DANS L'ORDRE SUIVANT	CHOIX DES MEULES D'AFFUTAGE
La grosseur du grain de diamant par un nombre ..	200 à 600
La concentration diamantée par un symbole.....	
La nature du liant par une lettre	M ou R

Choix des meules diamantées.

Pour :

— l'ébauche : 200, liant métallique : bronze;

— la finition : 600, liant résinoïde.

Vitesse des meules diamantées :

— avec un liant métallique : 17 à 24 m/s;

— avec un liant résinoïde : 22 à 28 m/s.

Nota : On nettoie les meules diamantées avec une pierre ponce arrosée ou imbibée d'eau.

LES TECHNIQUES D'AFFÛTAGE

Il est bon de procéder à l'affûtage d'un outil avant son désaffûtage complet.

Le moment propice se situe toujours avant que s'altère la tenue de coupe optimum de l'outil.

Au-delà :

— *les arêtes tranchantes s'échauffent,*

— *et la vie de l'outil est abrégée.*

Il est donc recommandé d'affûter souvent pour obtenir un travail satisfaisant.

L'affûtage des outils peut se faire :

1° ***A sec.***

a) **avantages :**

— *la possibilité d'écouter le bruit de la meule,*

— *la visibilité de la meule,*

— *l'utilisation possible d'un comparateur,*

— *le nettoyage aisé de la machine.*

b) **inconvénients :**

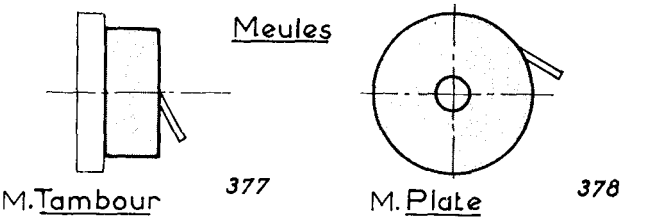
— *le risque d'échauffer l'arête tranchante :*

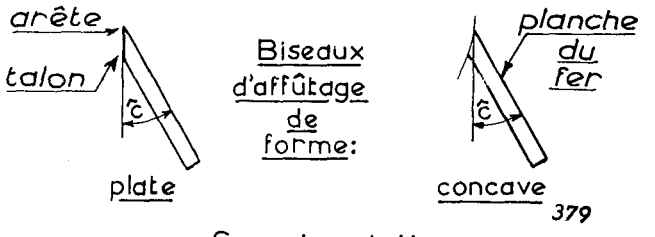
Cela provoque :

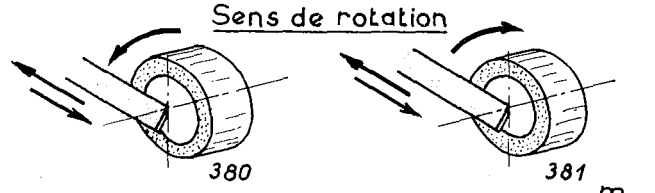
● des tensions internes qui forment des criques très fines et favorisent l'usure rapide de l'arête tranchante.

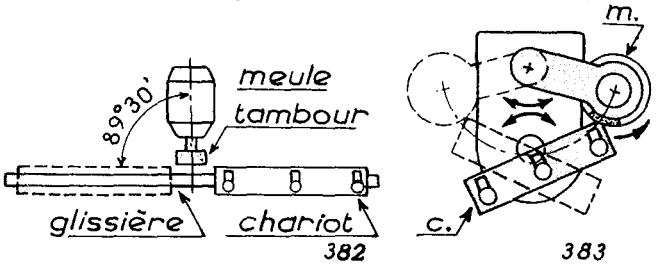
● des déformations longitudinales des lames tranchantes.

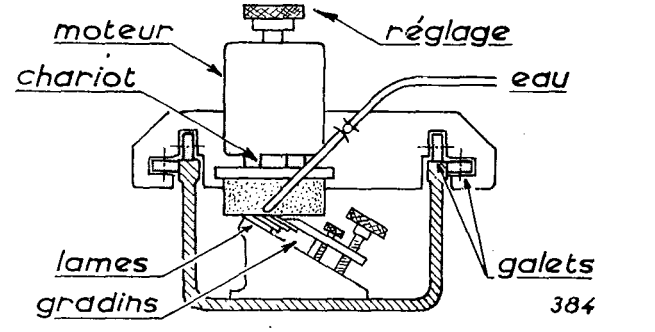
— *l'obligation de n'exercer qu'une faible pression de l'outil sur la meule* (faible passe), pour ne pas échauffer les arêtes tranchantes, d'où il résulte un affûtage assez long.

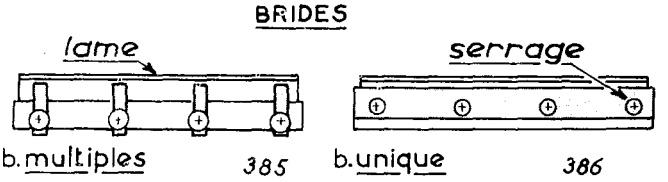


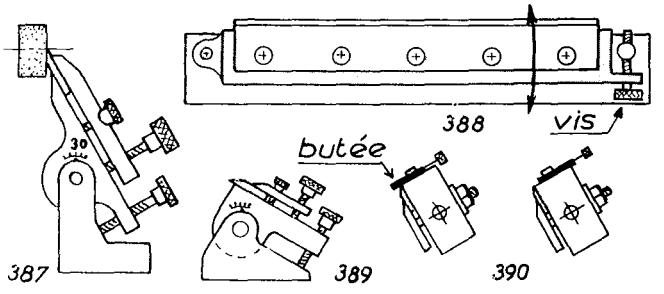












2° Ou humide.

a) **avantages :**

— *cet affûtage maintient la meule propre* et lui conserve son mordant;

— *il permet d'évacuer les déchets d'affûtage :* poussières métalliques, grains abrasifs usés;

— *il diminue la projection des grains abrasifs;*

— *il ralentit l'usure de la meule;*

— *il permet une pression* assez forte de l'outil sur la meule. (forte passe);

— *il donne une sécurité* plus grande en cas de fausses manœuvres.

b) **inconvénients :**

— *il ne permet pas l'usage d'un comparateur;*

— *le nettoyage de la machine est assez long.*

Conclusion.

On réserve l'affûtage :

a) **à sec** pour :

— *les petits outils,*

— *avoir un comparateur* monté sur un socle magnétique.

b) **humide** pour un affûtage rapide :

— pour les outils importants.

LES LIQUIDES D'ARROSAGE DES MEULES

1° On leur demande de ne pas :

— *encrasser les meules,*

— *agir sur les pièces métalliques.*

2° Il est bon de les :

— *utiliser abondamment* et d'une façon régulière tout au cours de l'affûtage;

— *réchauffer en hiver* pour éviter le criquetage des arêtes tranchantes et le refroidissement des mains de l'affûteur;

— *débarrasser des particules métalliques* par un filtre magnétique.

LA PRÉCISION DE L'AFFÛTAGE

La durée de coupe de l'outil et la qualité d'un usinage sont largement tributaires de la précision de l'affûtage qui doit être de l'ordre de 2/100 de millimètre.

Cette précision est liée à

— *la qualité de la machine et de la meule,*

— *l'absence de vibrations,*

— *la fixation sans jeu des outils sur leur support d'affûtage.*

LES MACHINES A AFFÛTER

Elles doivent satisfaire aux exigences suivantes :

a) **comporter :**

— *des chariots* aux glissières trempées et rectifiées,

— *un centre de gravité assez bas* et des organes de fixation rigides pour éviter les vibrations,

— *des organes étanches aux poussières abrasives,*

— *plusieurs vitesses angulaires* afin que l'on puisse utiliser des meules de différents diamètres,

— *des verniers micrométriques.*

b) **accepter des outils** aux caractéristiques différentes aussi bien dans le cas des lames tranchantes que celui des fraises, des chaînes et des mèches;

c) **favoriser un réglage rapide** et précis des outils par rapport à la meule abrasive;

d) **procurer un affûtage avec une précision de 2/100 de millimètre près.**

1° La disposition de l'outil à affûter sur la meule.

Il peut être posé sur :

a) **la surface plane de la meule :** cette position est excellente pour obtenir un angle d'affûtage précis (fig. 377).

b) **le champ de la meule** (fig. 378). Cela présente deux inconvénients :

— *on obtient un biseau concave et fragile,* si l'on ne conserve pas à l'angle d'affûtage une valeur convenable (fig. 379).

Or, la valeur de l'angle d'affûtage augmente au fur et à mesure que le diamètre de la meule diminue.

Nota : Il existe des machines possédant deux meules :
— l'une d'ébauche,
— l'autre de finition.

2° Le sens de rotation des meules.

Les grains abrasifs peuvent aborder, en premier :

a) **l'arête tranchante de l'outil** (fig. 380).

— *avantages :* le morfil est court et les poussières abrasives sont projetées vers le sol.

— *inconvénients :* ce sens de rotation convient mal pour les outils fragiles et l'arête tranchante des outils résistants devient sinueuse.

b) **le talon du biseau d'affûtage** (fig. 381).

— *avantages :* cela convient très bien pour les outils fragiles et pour obtenir une arête tranchante parfaitement rectiligne.

— *inconvénients :* le morfil est long, difficile à éliminer et les poussières abrasives risquent de blesser l'ouvrier.

Nota : Les machines sont construites pour tourner dans un sens déterminé. Ne jamais changer le sens de rotation, car la meule risque de se desserrer.

3° **Le mouvement des chariots** supports d'outils ou de meules est économique lorsqu'il se fait :

— *automatiquement,* pour l'affûtage des lames tranchantes;

— *manuellement* pour l'affûtage des fraises, des chaînes ou des mèches.

L'AFFÛTAGE DES LAMES TRANCHANTES

(fers minces et épais)

1° Les lames tranchantes se présentent :

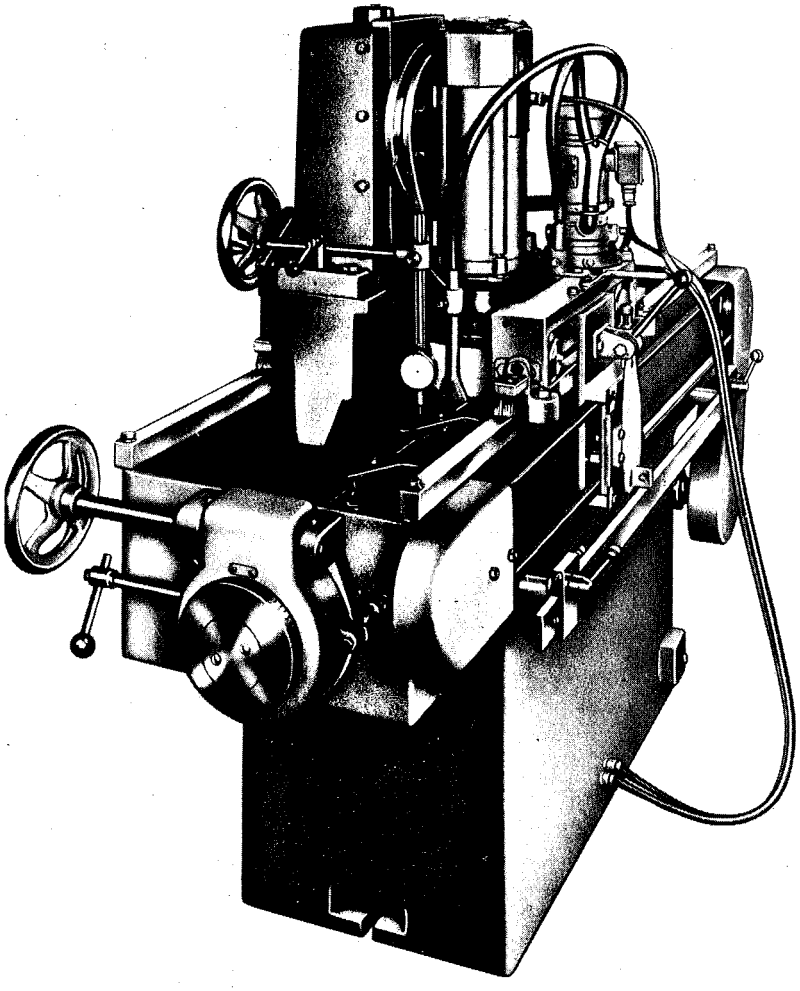
a) **sous la forme d'une règle** dont la longueur est

— *courte,* de 0,255 jusqu'à un mètre, pour les raboteuses.

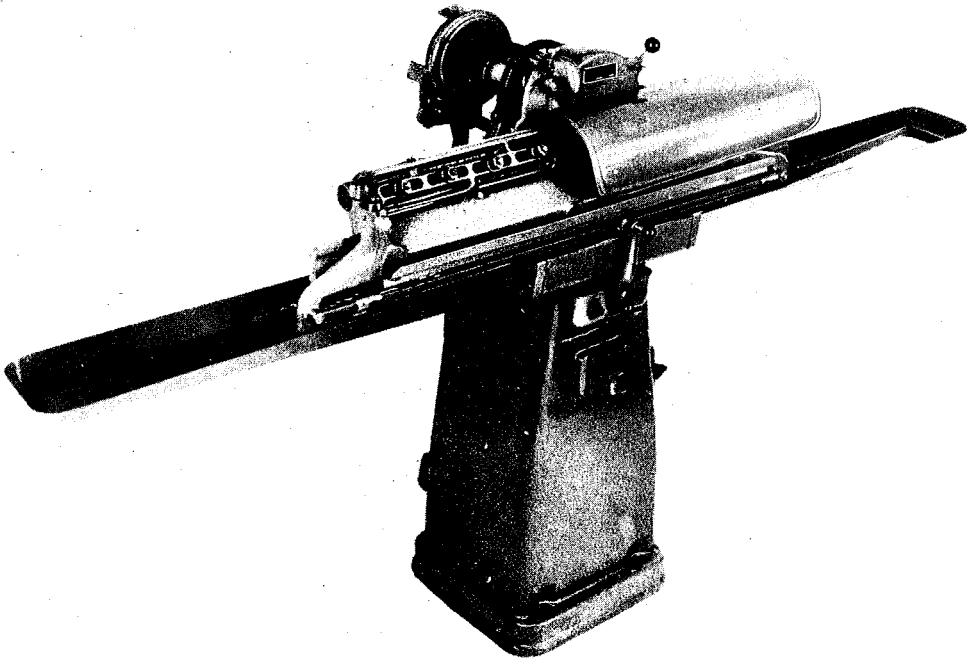
— *longue,* jusqu'à 4 m, pour les trancheuses et les dérouleuses.

b) **en acier fortement allié ou avec une mise rapportée en carbure.**

c) **avec un biseau unique d'affûtage.**



Cl. ENGLERT et RABENSEIFNER. 397



Cl. WINTER. 398

2° L'affûtage des lames tranchantes exige d'avoir :

a) **un biseau d'affûtage** fait d'une surface plane.

Moyen de réalisation : une meule boisseau ou une meule assiette.

Leur axe peut être :

— *horizontal,*

— *ou vertical.*

Pour assurer un travail satisfaisant, la meule ne doit être mise en contact avec le biseau de l'arête tranchante qu'en un seul point. On obtient cela en donnant à l'angle compris entre l'axe de la meule et celui du chariot une valeur de 89° 30'.

Remarques.

Cette légère obliquité a un double intérêt :

— *elle empêche la meule de talonner;*

— *elle procure un biseau d'affûtage légèrement concave.*

b) **une arête tranchante parfaitement rectiligne.**

Moyens de réalisation.

La lame peut être :

— *mobile* et animée d'un mouvement :

● linéaire, tandis que la meule est fixe en position (fig. 382).

● sinusoïdal; la meule est, dans ce cas, articulée (fig. 383).

— *fixe* tandis que le chariot support de meule est animé d'un mouvement rectiligne alternatif (fig. 384).

3° Le choix de la face de référence des lames ou « face d'appui ».

Selon la construction de la machine, ce peut être :

a) **la face d'attaque de la lame;** on dit « la planche de fer ».

Avantages :

— *pas de flexion de la lame* sous l'action de la meule;

— *les échanges thermiques* entre la lame et son support se révèlent bons.

b) **le dos de la lame**

Inconvénients :

— *les risques de flexion de la lame* sous la pression de la meule;

— *l'échauffement de l'arête tranchante à redouter.*

4° Le mode de fixation des lames sur leur support d'affûtage.

Il se fait au moyen :

a) **de brides multiples, mobiles dans une boutonnière** (fig. 385).

Avantages :

— *la fixation* rapide des lames longues,

— *le nettoyage* aisé du support d'affûtage.

Inconvénients :

— *le contact de la face de référence* des petites lames avec le support d'affûtage est médiocre.

b) **d'une bride unique fixe** (fig. 386).

Avantage :

— *la fixation* des petites lames est précise.

Inconvénient :

— *la difficulté à placer les lames importantes* sur leur support d'affûtage.

5° La position des lames par rapport à la meule abrasive.

Elle nécessite deux réglages de la machine :

a) **un réglage angulaire** pour obtenir l'angle d'affûtage requis.

Le moyen utilisé : un vernier semi-circulaire gradué en degré (fig. 387).

b) **le réglage du parallélisme de la lame avec la meule** (fig. 388).

Il se fait par rapport :

— *au talon de la lame* grâce à une articulation du chariot support de lames qu'actionne une vis (fig. 389).

Avantages : le parallélisme parfait des rives de la lame tranchante.

● la possibilité de rectifier la conicité d'une lame tranchante.

— *à l'arête tranchante de la lame.* On opère avec une règle qui sert de butée parallèle à la meule (fig. 390).

Avantage : le contact réduit de l'arête tranchante avec la règle-butée assure une bonne position de la lame sur le support d'affûtage.

Inconvénient : un mauvais réglage de la lame ayant pour causes :

— *le jeu de mobilité de la règle-butée,*

— *la déformation de l'arête tranchante* sous l'effet d'échauffement de la lame après un mauvais affûtage ultérieur,

— *l'impossibilité de rectifier des lames* plus larges à une extrémité qu'à l'autre.

6° La bavure d'affûtage, dite « le morfil ».

L'affûtage par abrasion d'un outil provoque une bavure élastique, parasite, qui adhère à l'arête tranchante.

Deux cas se présentent :

● *les lames en acier allié* possèdent un morfil assez important que l'on fait disparaître avec une pierre à l'huile.

L'opération consiste à passer lentement la pierre par un mouvement :

— *rectiligne sur le biseau,*

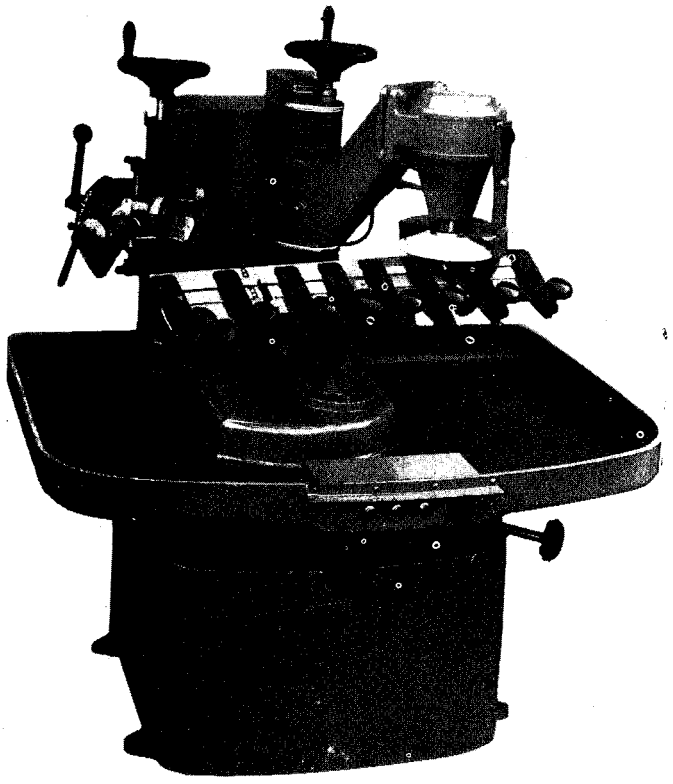
— *elliptique sur le biseau* et le plat de la lame,

— *puis, à la fin,* rectiligne sur le biseau en augmentant l'angle de bec de 30' pour polir principalement l'arête tranchante.

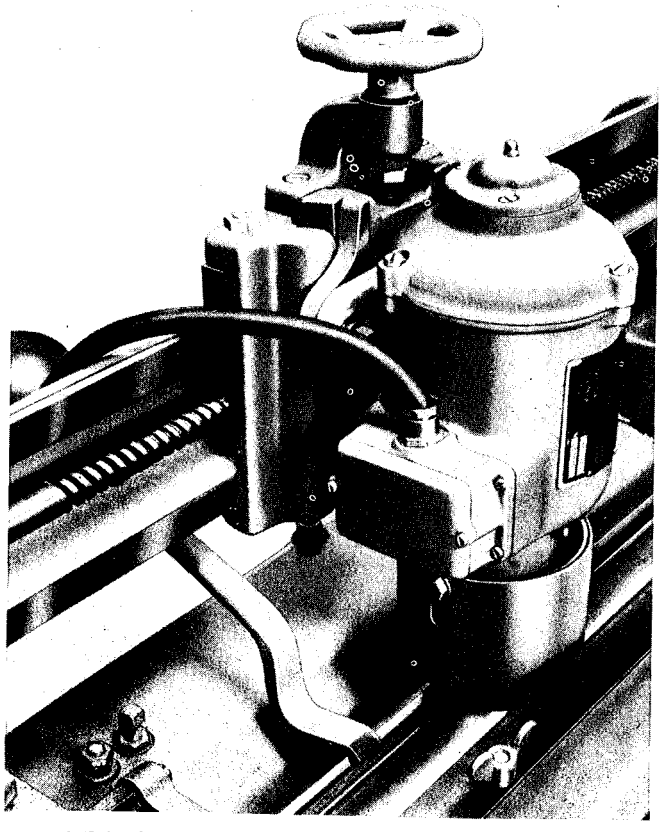
L'outil utilisé est la pierre à l'huile naturelle ou artificielle (voir le livre de la classe de 3e). Pour des motifs de sécurité, cette pierre est pincée (fig. 391) ou collée (fig. 392) dans une monture en bois.

Nota : On effectue ces deux opérations la lame étant posée sur une planche qui sert de guide à la pierre à l'huile (fig. 393).

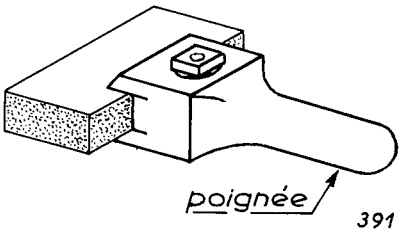
● *les lames en acier fortement allié* ont leur morfil enlevé avec un morceau de bois tendre que l'on passe sur leur arête tranchante.



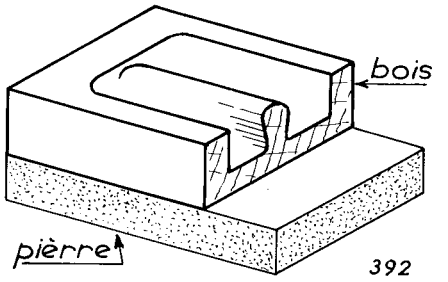
CI. CHUET. 399



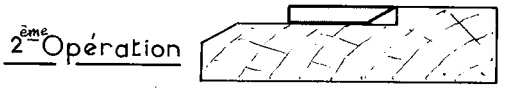
CI. JONSEREDS. 402



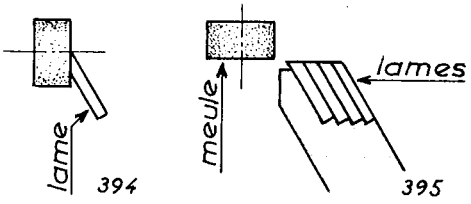
391



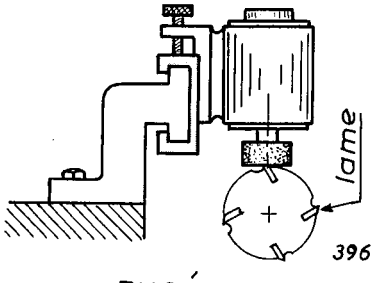
392



393

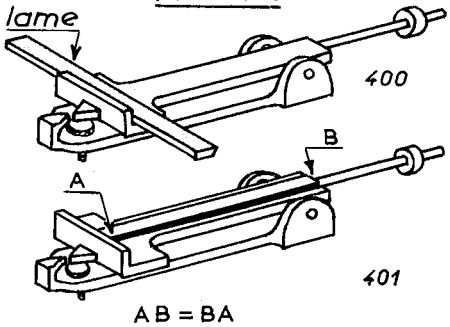


394 395



396

PESÉES



400 401

AB = BA

Remarques.

Il faut savoir :

a) **que les opérations de corroyage** sont faites avec plusieurs lames tranchantes :

— *agencées sur un porte-outils,*

— *placées sur une génératrice unique au cylindre de coupe.*

b) **qu'il est bien difficile :**

— *d'affûter plusieurs lames de façon identique,*

— *de placer sur le porte-outils* plusieurs lames pour obtenir un cylindre de coupe unique.

Conclusion.

Deux solutions sont adoptées :

a) **on affûte les lames, celles-ci étant libérées du porte-lames :**

— *soit séparément* (fig. 394),

— *soit en paquets,* c'est-à-dire toutes ensemble (fig. 395). On réalise cela avec un support d'affûtage ayant la forme d'un gradin.

Avantage : toutes les lames ont la même largeur.

Inconvénient : le support d'affûtage doit être approprié à l'épaisseur des lames et à leur angle d'affûtage.

b) **on affûte les lames après les avoir fixées dans le porte-lames des machines à corroyer** (fig. 396).

Comment ces conditions sont-elles remplies dans les différentes machines?

LES MACHINES A MEULE FIXE EN POSITION

Il existe deux types de machines :

1° Les machines à chariot animé d'un mouvement rectiligne alternatif.

Le chariot peut être placé :

a) **en dessus du plan de travail de la meule.** Cette disposition soustrait les glissières à la projection des grains abrasifs de la meule (photo 397).

b) **en dessous du plan de travail de la meule.** Cet agencement exige que l'on protège efficacement les glissières contre la projection des déchets d'affûtage (photo 398).

Dans les deux cas, les projections de la meule sont dirigées vers le sol et recueillies dans un bac.

Ces machines largement utilisées possèdent un chariot :

— *libre* dont le déplacement réclame un effort musculaire assez important. C'est le type employé par l'artisanat,

— *ou automatique.* Le mouvement du chariot, mécanique ou hydraulique, est aisé.

Elles offrent des inconvénients :

— *la longueur des glissières* qui est le double de la longueur des lames à affûter,

— *l'usure irrégulière des glissières.*

2° Les machines sans chariot.

Ce sont des machines ne comportant pas de glissières (photo 399); le support :

a) **de lame est animé d'un mouvement semi-circulaire alternatif.**

b) **de meule est animé d'un mouvement d'oscillation.**

Ces deux mouvements conjugués font que la meule décrit une trajectoire sinusoïdale.

Les avantages des affûteuses sans glissières sont :

— *leur encombrement réduit,*

— *l'absence de jeu pour les articulations,*

— *la bonne précision de l'affûtage;*

mais un inconvénient : le bras porte-meule risque d'amplifier les vibrations.

Le contrôle des lames affûtées séparément.

Les lames doivent être parfaitement équilibrées pour n'être pas sollicitées par la force centrifuge.

Pour cela, le porte-outils muni de lames présente :

— **un équilibre statique,** c'est-à-dire que l'axe de rotation est placé sur le centre de gravité et non pas l'axe d'équilibre;

— **ou un équilibre cinétique** — ce qui est préférable — c'est-à-dire que l'axe d'équilibre statique est confondu avec l'axe de rotation (voir page 125 du livre).

Pour réaliser cette condition importante, on procède à deux opérations de contrôle qui consistent à peser :

— *les lames séparément* pour vérifier si elles ont toutes le même poids (fig. 400).

— *les deux extrémités des lames* pour vérifier si elles ne sont pas plus lourdes à un bout qu'à l'autre (fig. 401).

Outil de contrôle : une balance Roberval spéciale.

Nota : Les lames tranchantes, identifiées par un numéro d'ordre, constituent un jeu complet que l'on ne mélange pas avec d'autres lames.

LES MACHINES A MEULE MOBILE, LA LAME ÉTANT FIXE EN POSITION

Grâce à ces machines, l'on peut affûter quatre ou cinq fois les lames tranchantes sans les retirer du porte-outils (photo 402).

Cette solution permet :

a) **de ne pas immobiliser longtemps la machine,**

b) **d'avoir l'arête tranchante de toutes les lames sur le même cylindre de coupe,**

c) **une productivité importante** avec une machine à grand rendement.

On opère l'affûtage au moyen d'une petite machine automatique :

— *qui se déplace sur une glissière* parallèle au porte-outils qu'un système quelconque immobilise,

— *munie d'une meule* dont l'axe est placé juste au-dessus de l'arête tranchante de la lame.

Avantage : l'affûtage des lames non ébréchées est rapide et précis.

Inconvénients :

— l'impossibilité de modifier l'angle d'affûtage,

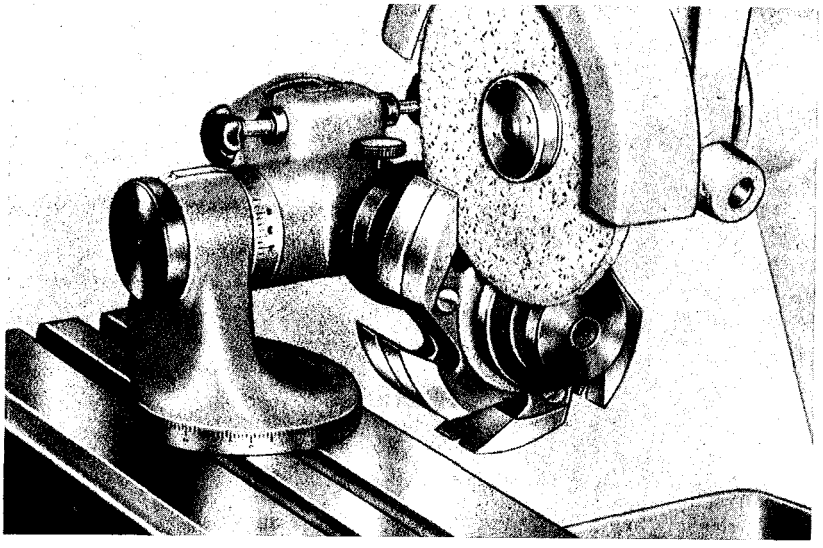
— la projection toujours à redouter des poussières abrasives dans les organes non protégés de la machine.

Nota : Ce mode d'affûtage est peu utilisé.

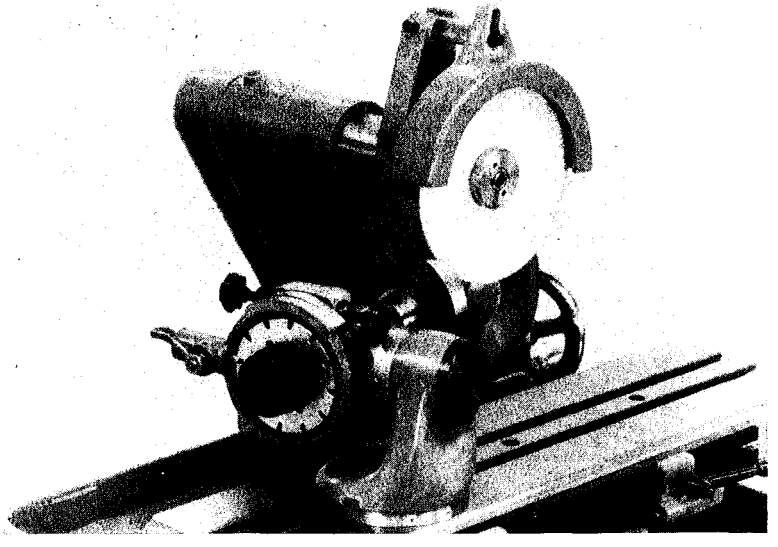
Remarques.

Il fut un temps où l'on procédait à :

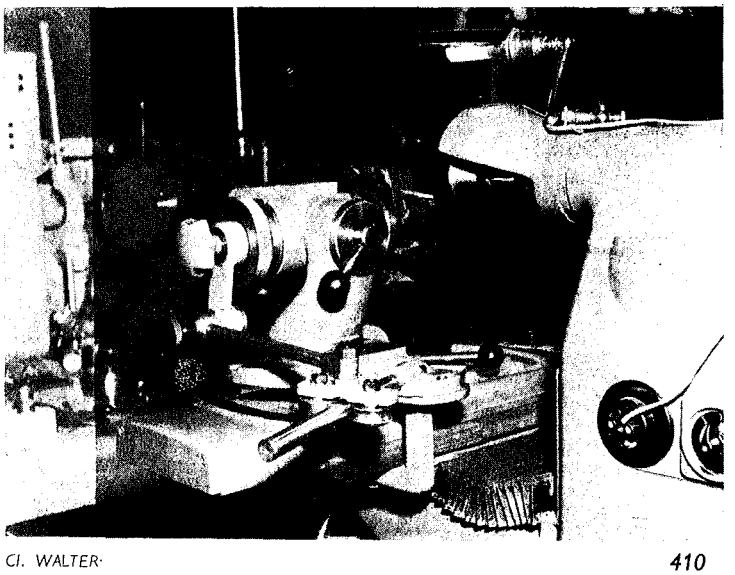
— l'affûtage des lames qui restaient fixées sur leur porte-outils avec une affûteuse indépendante de la machine. A cet effet, on enlevait le porte-outils de la machine comme un tiroir.



Cl. KUHLMANN. 408



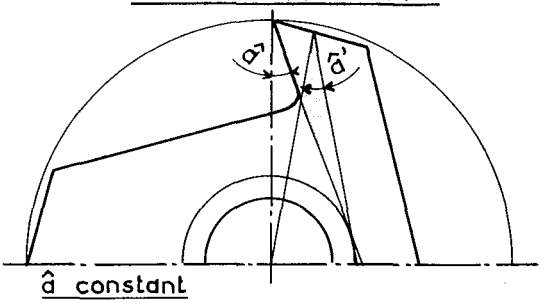
Cl. KUHLMANN. 409



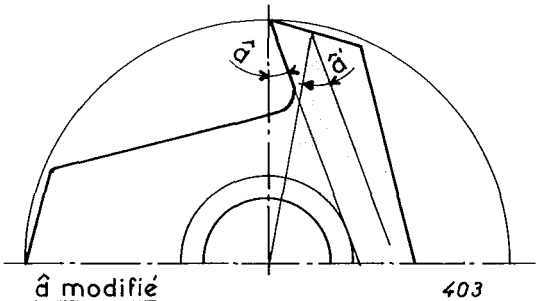
Cl. WALTER. 410

113

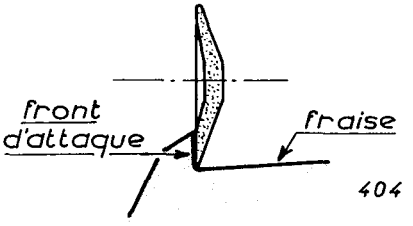
USURE D'AFFÛTAGE



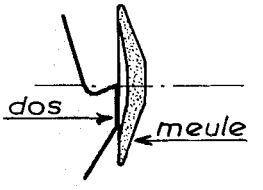
â constant



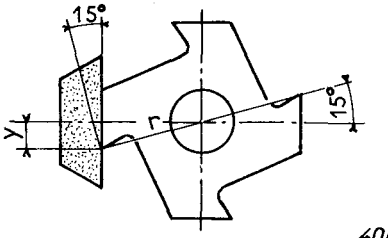
â modifié 403



404

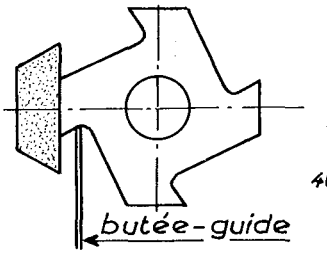


405



406

y = r x sinus 15°



407

Inconvénient : le prix élevé de la machine.

— *la rectification des arêtes tranchantes des lames qui restaient fixées dans le porte-outils.* Mais, cette rectification devient inutile lorsque l'affûtage est de qualité, car l'angle de dépouille disparaît.

L'AFFÛTAGE DES FRAISES

On appelle fraises, des outils circulaires plus ou moins grands et épais, munis de dents qui constituent autant d'arêtes tranchantes (fig. 403).

Les dents des fraises présentent les caractéristiques suivantes :

Elles sont :

a) **disposées** pour permettre :

— *une coupe cylindrique* (lire la page 7),

— *ou une coupe fauchante.*

b) **faites**

— *en acier fortement allié,*

— *ou en carbure de wolfram.*

c) **affûtées :**

— *sur le front d'attaque* (fig. 404) (fraises à profil constant) ou sur le dos (fig. 405 et 406) (fraises à profil déformable) dans le cas des coupes cylindriques,

— *ou encore, à peu près radialement,* dans le cas des coupes fauchantes.

d) **concentriques.** Avoir toutes les dents sur la même génératrice du cylindre de coupe exige une grande précision d'affûtage et beaucoup de soins. Selon le type des fraises, on réalise ces conditions grâce à :

— *un emboîtement cylindrique* dur des fraises sur leur support d'affûtage : tolérance de l'ajustement H_7g_6.

Le support d'affûtage peut être :

● articulé sur son assise pour recevoir des petits outils.

● ou placé entre deux pointes pour recevoir des outils associés.

Nota : On réserve les pinces élastiques pour les mèches des défonceuses.

— *une position rigoureuse des dents* par rapport à la meule, au moyen :

● de verniers pour les réglages angulaires,

● d'un plateau diviseur (photo 409),

● ou d'une butée-guide sur laquelle s'appuie le front d'attaque des dents (fig. 407).

PHASES DE L'AFFÛTAGE DES FRAISES

1° Le réglage du support d'affûtage des fraises.

C'est une opération assez longue à réaliser.

Pour une coupe cylindrique, la génératrice peut être :

a) **une droite.** On donne au support de fraise une position orthogonale par rapport à l'axe de rotation de la meule. C'est le cas le plus simple d'affûtage (photo 408).

b) **une hélice.**

Les dents des fraises sont alors :

— *biaises,* c'est-à-dire penchées dans un seul sens. La méthode d'affûtage diffère selon qu'il s'agit d'un outil :

● peu épais. On considère la portion d'hélice qui forme l'arête tranchante comme une droite (photo 409).

Pour réaliser l'affûtage de cette denture, on donne une certaine obliquité au support d'affûtage de la fraise.

● épais. L'arête tranchante d'un tel outil doit conserver sa courbure pour donner un usinage correct.

On réalise l'affûtage de cet affûtage avec un appareil spécial (photo 410).

Nota : L'usage d'une butée-guide ne donne pas une précision suffisante pour l'affûtage des outils en carbure de wolfram.

— *ou alternées,* c'est-à-dire penchées dans deux directions opposées. Cela exige deux réglages angulaires du support d'affûtage des fraises.

On réalise :

● la première opération en prenant les mêmes précautions que pour affûter une denture biaise.

● la deuxième opération avec un réglage angulaire du support d'affûtage inverse du précédent. On contrôle l'affûtage d'une dent par rapport aux premières affûtées avec :

un doigt de repérage fixé sur le support d'affûtage de la fraise,

ou un comparateur fixé sur un socle magnétique.

2° La rotation partielle du support d'affûtage des fraises.

On utilise pour l'assurer :

a) **un plateau diviseur** possédant 2, 3, 4, 6, 8, 12 ou 24 encoches coniques où se loge sans jeu un taquet d'arrêt (photo 409).

Remarque. L'affûtage des fraises avec un plateau diviseur manque de précision. Toutefois, cette précision est suffisante pour l'affûtage des dentures en acier;

b) **une butée-guide flexible** en acier qui sert d'appui au front d'attaque des dents.

Remarque. On utilise cette butée-guide pour réaliser l'affûtage précis à 2/100 de millimètre près des dentures en carbure de wolfram.

3° La position des arêtes tranchantes sur la meule abrasive.

Une condition impérative : réduire au maximum les surfaces de contact entre le biseau de la fraise et la meule abrasive.

Le contact avec la meule peut se faire :

— *soit radialement,*

— *soit tangentiellement.*

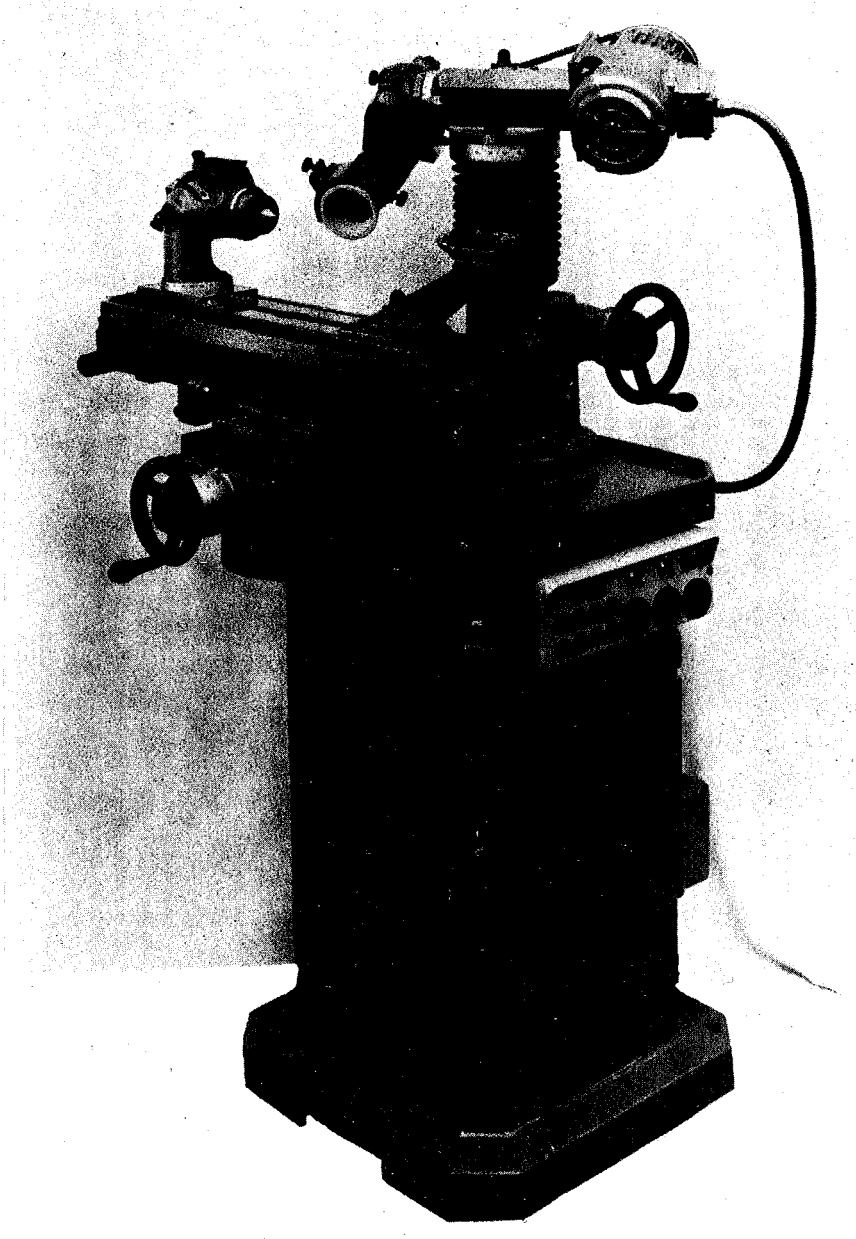
4° Le mouvement de va-et-vient du support d'affûtage de la fraise doit être assez bref pour éviter l'échauffement des arêtes tranchantes au cours de l'affûtage.

CONSEILS CONCERNANT L'AFFÛTAGE DES DENTURES EN CARBURE DE WOLFRAM

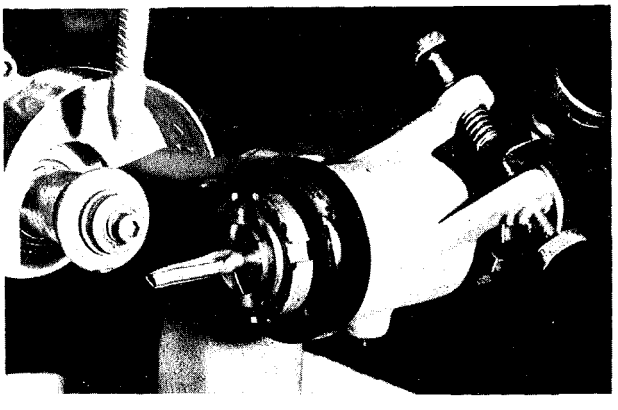
Il faut savoir qu'un affûtage sérieux se fait en utilisant :

— *la division de la denture des fraises,*

— *les indications données par les verniers de réglage de la machine d'affûtage.*

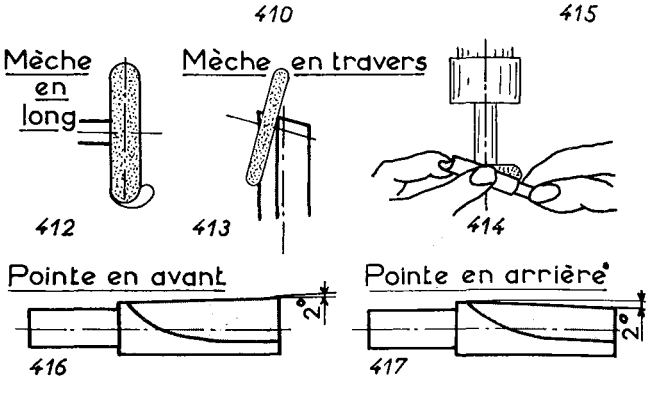


CI. VILAR. 411



CI. SCHNEEBERGER. 415

410 415



Deux techniques d'affûtage sont employées :

1° L'affûtage à sec.

Il consiste à :

a) **affûter toutes les dents;**

b) **puis, repérer la dent la plus courte** avec un comparateur;

c) **enfin, rectifier les dents** les plus longues après lecture du comparateur.

2° L'affûtage humide.

Successivement :

a) **on réalise un petit plat sur l'arête tranchante des dents.** On opère en faisant tourner la fraise lentement devant la meule tandis que l'on agit sur le vernier de réglage de passe, centième de millimètre par centième de millimètre.

b) **on supprime lentement le léger plat,** en observant l'action de la meule sur l'arête tranchante, avec une glace.

Remarque.

L'affûtage des dentures en carbure réclame :

— *une machine à affûter d'un prix difficile* à amortir pour une entreprise de moyenne importance,

— *un affûteur qualifié.*

Conclusion.

La plupart des industries du bois ont intérêt à s'adresser :

— *à un fabricant d'outils en carbure,*

— *ou à un confrère* qui possède une section d'affûtage sérieuse pour l'affûtage de ces outils.

LES MACHINES D'AFFÛTAGE

1° Elles appartiennent à deux types :

a) **un léger.** Ces sortes de machines remplacent avantageusement les machines permettant l'affûtage à la volée de l'artisanat.

b) **l'autre lourd.** Ces machines conviennent pour un affûtage précis des dentures en acier ou en carbure (photo 411).

Elles se distinguent des machines précédentes par :

— *l'équilibrage dynamique des pièces en mouvement,*

— *l'absence de jeu des arbres tournants,*

— *l'absence de faux rond pour les supports de meule et de fraise.*

2° Le déplacement de la fraise peut être :

a) **manuel,** disposition généralement utilisée.

Il concerne :

— *le mouvement de translation du support d'affûtage de la fraise,*

— *le réglage de la passe d'affûtage de la meule,*

— *la rotation du plateau diviseur.*

b) **ou automatique;** mais ce mode de déplacement de la fraise est rarement utilisé.

3° La meule abrasive peut être :

— *fixe en position,*

— *ou articulée.*

L'AFFÛTAGE DES MÈCHES DE DÉFONCEUSES

L'AFFÛTAGE DES MÈCHES A UNE COUPE

1° Les machines d'affûtages employées.

a) **la défonceuse,** elle-même munie d'une meule abrasive.

L'outil est tenu :

— *à la main* (fig. 412, 413 et 414),

— *ou avec un appareil approprié* (fig. 415).

b) **une affûteuse du type universel.**

2° Le choix de la meule d'affûtage.

L'épaisseur et l'arrondi de la meule devraient correspondre à l'importance de la gorge de la mèche.

Pratiquement, on opère l'affûtage avec une meule plus mince que la largeur de la gorge. On compense la différence de dimensions en obliquant la mèche.

RAPPORT DES DIMENSIONS DE LA MEULE ET DE LA MÈCHE

MEULE		MÈCHE
DIAMÈTRE	ÉPAISSEUR	DIAMÈTRE
mm	mm	mm
40	6	12 à 15
25	4	7 à 11
25	3	4 à 6

3° Méthodes d'affûtage des fraises à une coupe.

On opère successivement :

a) **l'affûtage de l'arête tranchante latérale** en creusant légèrement la gorge de la mèche.

Conseil. On ne risque pas de déformer l'extrémité active de la mèche si l'on commence à affûter en partant de l'organe de fixation.

b) **l'affûtage de l'arête tranchante axiale** de la mèche.

Remarques. Cette opération n'intéresse pas les mèches à bout plat dites :

— *la pointe en avant,* utilisées pour les perçages (fig. 416),

— *la pointe en arrière,* utilisées pour l'encastrement des ferrures (fig. 417).

c) **le détalonnage de la coupe axiale de la mèche.**

d) **le pierrage des arêtes tranchantes** avec une pierre très fine au carborandum.

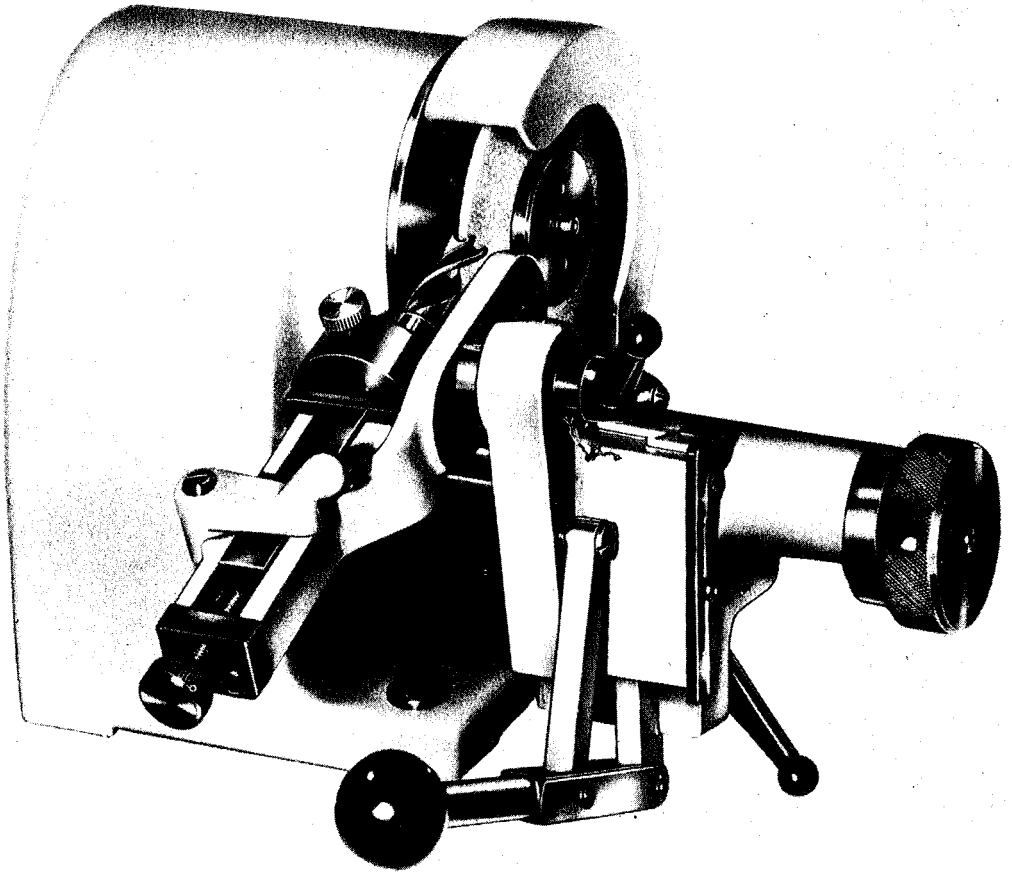
Remarque. Les mèches talonnent si l'on a eu la maladresse d'affûter le dos des arêtes tranchantes.

L'AFFÛTAGE DES OUTILS A DEUX COUPES

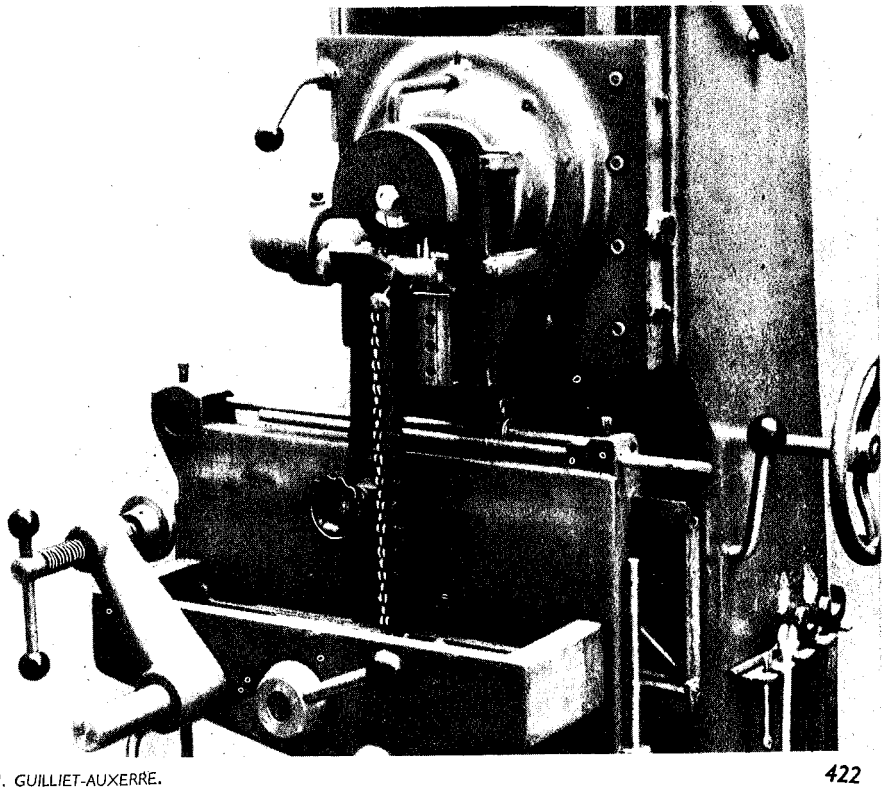
On opère comme pour les outils à une coupe, mais en répétant l'opération deux fois.

Le contrôle de la concentricité des arêtes tranchantes se fait en observant leur état d'usure.

Remarque. Si une arête tranchante est plus usée que l'autre, cela indique qu'une dent est plus longue que l'autre.



Cl. F. KUHLMANN. 420



Cl. GUILLIET-AUXERRE. 422

AFFÛTAGE DES MÈCHES DE MORTAISEUSES

La précision et la durée de coupe de ces mèches dépendent de la précision de l'affûtage.

Cela intéresse leur partie active qui doit avoir :

— *un angle de pointe* de 130 à 140°, limité par deux lèvres parfaitement symétriques,

— *un angle de dépouille* de 6° environ.

Deux techniques sont pratiquées :

1° L'affûtage à la main (voir technologie de spécialité, classe de 3e);

2° A la machine.

On utilise une sorte de touret équipé d'un support de mèche articulé ayant la forme d'un V et muni :

— *d'un guide* où l'on appuie le front d'attaque de l'arête tranchante,

— *d'une butée micrométrique* où s'appuie l'organe de fixation de la mèche (fig. 418).

PRINCIPALES PHASES DE L'AFFÛTAGE DES MÈCHES

1° Le réglage de l'appareil d'affûtage.

Il consiste à :

a) **appliquer le front d'attaque** d'une des arêtes tranchantes contre le guide, dit guide d'orientation des lèvres de la mèche,

b) **approcher et bloquer la butée micrométrique** contre l'organe d'entraînement de la mèche.

Remarque. On tient la mèche dans le V qui sert de support d'affûtage avec la main gauche.

2° L'affûtage proprement dit.

Il se fait en deux temps :

a) **pour la première arête tranchante,** la mèche est tenue de la main gauche. On fait pivoter rapidement l'appareil avec la main droite. L'apparition des étincelles de contact se produit si l'on avance très lentement la butée micrométrique, condition essentielle pour obtenir un affûtage convenable de l'arête tranchante. L'opération se termine avec la disparition des étincelles.

Puis, on note l'emplacement du repère du tambour gradué.

b) **la deuxième opération** est identique à la première, mais on a soin :

— *de reculer la butée micrométrique,*

— *puis, de l'avancer lentement,* jusqu'au repère noté lors de la première opération.

Remarque. On obtient ainsi :

— *un angle de pointe précis,*

— *deux arêtes tranchantes symétriques,*

— *un angle de dépouille valable.*

Contrôle de l'affûtage.

Il consiste à mesurer la longueur des arêtes tranchantes avec un gabarit gradué (fig. 419).

Nota : Les mèches avec pointe de centrage et traçoirs sont affûtées sur une machine appropriée (photo 420, fig. 421).

AFFÛTAGE DES CHAÎNES COUPANTES

La précision d'un affûtage exige de conserver à la chaîne :

a) **la même distance entre les arêtes tranchantes consécutives;** c'est ce qu'on nomme le pas de la chaîne,

b) **son angle d'attaque,**

c) **des arêtes tranchantes perpendiculaires à la trajectoire de la chaîne.**

On effectue l'affûtage des chaînes :

— *sur la mortaiseuse* équipée, à cet effet, d'une meule abrasive et d'un support d'outil (photo 422). Ce dispositif d'affûtage est peu recommandé;

— *sur une machine spécialisée* (photo 423);

— *ou encore sur une machine universelle.*

PHASES DE L'AFFÛTAGE

1° Le réglage du support d'affûtage.

Il consiste à

a) **régler sans jeu la largeur de la rainure circulaire du support de chaîne** d'après l'épaisseur de l'outil à affûter,

b) **orienter la face d'attaque des dents** pour qu'elle soit dans un plan parallèle à celui de la meule d'affûtage,

c) **placer le guide à ressort** contre le front d'attaque d'une dent.

2 L'affûtage proprement dit. Il se fait dans les conditions suivantes :

a) **une dent est mise en contact avec le guide à ressort;**

b) **on opère un déplacement latéral du support d'affûtage;**

c) **on pratique de faibles passes,** dent par dent, en déplaçant la chaîne sur son support par une rotation manuelle.

3° Le polissage des arêtes tranchantes avec une pierre à l'huile.

La dernière passe est réservée au dos des dents.

RÉPARATION DES CHAÎNES ROMPUES

Les chaînes coupantes sont vendues avec des pièces de rechange qui permettent de les séparer en cas de rupture des mailles et des axes (fig. 424).

On effectue cette opération :

a) **en meulant la tête des rivets des mailles brisées,**

b) **en meulant et en remplaçant les mailles à changer,**

c) **en rivant légèrement la tête des rivets avec une bouterolle,**

d) **en affûtant les dents neuves** pour qu'elles soient identiques aux dents usées.

Nota : On trouve dans le commerce l'outillage nécessaire à ce travail.

CONSEILS POUR LA RÉALISATION D'UN AFFÛTAGE

On recommande d'utiliser :

1° Une machine :

a) **appropriée** à l'affûtage à réaliser,

b) **entretenue,** sans jeu de fonctionnement excessif et graissée périodiquement,

c) **scellée** et qui ne vibre pas,

d) **qui possède une vitesse angulaire** compatible avec la meule utilisée.

2° Une meule :

a) **adaptée à l'outil à affûter,**

b) **propre et rectifiée,**

c) **protégée par un carter.**

3° Une bonne méthode de travail qui consiste à :

a) **régler soigneusement la position de l'outil** par rapport à la meule pour lui conserver ses angles caractéristiques,

b) **approcher lentement l'outil de la meule,**

c) **prendre de faibles passes** pour ne pas échauffer les arêtes tranchantes,

d) **observer le poli des biseaux** d'affûtage lorsque les étincelles d'affûtage ont disparu,

e) **contrôler au comparateur** la précision de l'affûtage,

f) **ne pas se mettre en face de la meule** pendant les opérations d'affûtage.

4° Des casiers, des caissettes ou des étuis pour le rangement individuel des outils.

APERÇU HISTORIQUE DE L'AFFÛTAGE

L'homme a toujours éprouvé le besoin d'affûter les arêtes tranchantes de ses outils.

Longtemps, il a utilisé les produits abrasifs naturels, en particulier le grès, sous la forme de blocs rectangulaires, placés dans un bac rempli d'eau.

Lorsque l'homme a eu à sa disposition des sources d'énergie puissantes, son génie d'invention a créé les machines pour animer les outils.

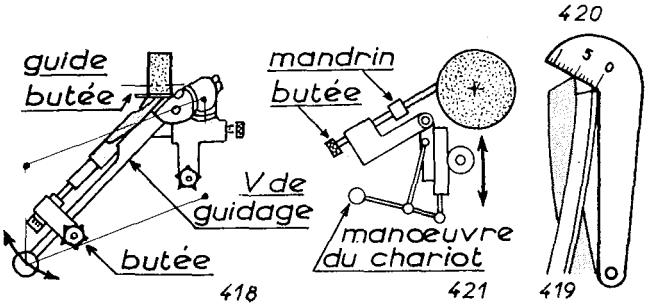
Mais, les machines à affûter ne sont venues que tard. Durant une assez longue période, l'artisan du bois a appliqué les techniques familières pour l'affûtage des outils manuels aux outils mécaniques.

La meule en grès servait à l'affûtage des lames tranchantes et le touret pour celui des fraises en acier au carbone.

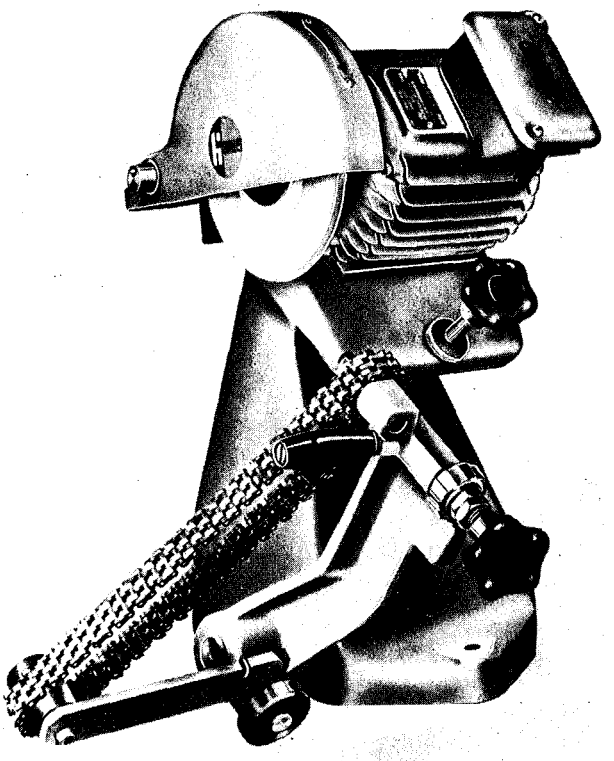
Timidement, les industries du bois ont adopté les machines à affûter spécialisées. Le plus souvent, elles n'offraient pas de grandes garanties au point de vue de la précision des résultats obtenus, mais, c'était déjà un pas en avant, le renoncement aux méthodes empiriques d'affûtage à la volée qui déforme les outils.

L'apparition des colles chimiques, des produits dérivés du bois ont exigé des outils en acier fortement allié et des carbures qui ne se contentent pas d'un affûtage approximatif.

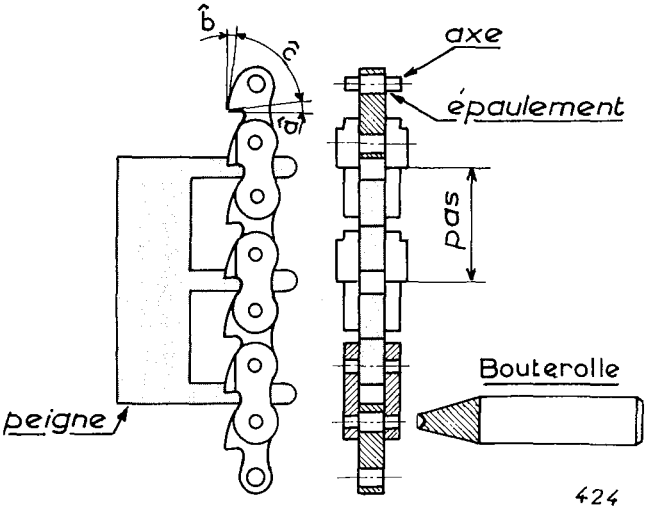
Actuellement, les industries du bois organisées utilisent des machines et des méthodes de travail semblables à celles des industries mécaniques du fer.



418 421 419 420


CI. GUILLIET-AUXERRE. 423

422



424

L'ENTRETIEN DES MACHINES

On sait par expérience que tous les organes en mouvement des machines :

— *s'encrassent,*

— *s'usent,*

— *et se dérèglent.*

Cela se répercute sur :

— *la qualité et la précision de l'usinage,*

— *la durée de coupe des outils,*

— *la productivité de l'entreprise,*

— *les fatigues musculaires et nerveuses de l'ouvrier.*

DÉLAI D'UTILISATION DES MACHINES

Après un certain temps d'utilisation des machines, il faut prévoir leur vérification.

Cela incombe, pour une usine :

— *lourde,* aux services d'entretien de l'entreprise;

— *légère,* à une entreprise spécialisée.

Il faut distinguer :

a) **l'entretien journalier et hebdomadaire,**

b) **la révision totale de la machine** qui doit être faite, chaque année, pour les machines dont la vitesse angulaire est assez lente. Pour les autres, elle peut être nécessaire au bout de trois à quatre mois d'utilisation constante.

LE NETTOYAGE DES MACHINES

Les déchets d'usinage (copeaux et poussières abrasives des contenus cellulaires) encrassent et usent les organes en mouvement des machines. Il faut les éliminer.

1° ***Le nettoyage des machines*** doit être fait méthodiquement selon leur type et leur durée d'utilisation.

Il est :

a) **quotidien,**

b) **ou hebdomadaire.**

Une précaution à prendre : effectuer toujours le nettoyage des machines, celles-ci étant au repos.

Nota : Outre le nettoyage d'ensemble des machines, il y a toujours intérêt à effectuer très fréquemment le nettoyage :

— des guides,

— et des butées de toutes sortes.

Pour cela, on utilise des soufflets que l'on branche sur le service d'air comprimé de l'usine.

2° ***Comment opère-t-on le nettoyage ?***

a) **à sec, avec un chiffon ou une balayette,**

b) **ou par un nettoyage humide** avec du pétrole lorsque es poussières sont adhérentes pour des causes diverses.

3° ***Le nettoyage des machines est important*** pour :

a) **l'ouvrier,** au point de vue hygiène et sécurité,

b) **la machine,** au point de vue fonctionnel.

Nota : Par mesure de sécurité, on interrompt le courant électrique pendant la période consacrée au nettoyage des machines.

LE GRAISSAGE

Il a pour but de mettre un film à huile entre les surfaces flottantes (fig. 425, 426) afin de :

— *réduire des pertes d'énergie,*

— *diminuer les efforts de déplacement,*

— *conserver le poli aux pièces* qui appuient l'une sur l'autre,

— *protéger les organes contre la rouille.*

C'est donc un facteur important pour :

- la productivité de la machine,
- et sa bonne conservation.

Nota : Le grippage de deux surfaces en contact, se déplaçant l'une par rapport à l'autre, se produit inévitablement si elles travaillent à sec, sans graissage.

Le niveau sonore d'une machine, très fatigant pour l'homme, peut être réduit de 50 % et plus si les graissages sont effectués correctement.

1° ***Les produits de graissage.***

a) **les huiles.**

Elles sont d'origine :

— *végétale :* ricin;

— *animale :* suif;

— *minérale :* pétrole.

Pour une température donnée, selon les produits pétroliers dont elles sont extraites et leur raffinage, les huiles ont :

- une viscosité,
- une onctuosité,
- une filmorésistance,
- et une adhésivitié qui diffèrent.

Les huiles sont classées d'après leur visocité, c'est-à-dire leur durée d'écoulement à une température donnée.

Cette viscosité est définie par la loi d'Engler.

On dit qu'une huile a une viscosité de 5 degrés Engler, lorsque à une température de 20°, 200 mm^3 s'écoulent en cinq minutes.

Par comparaison, la viscosité de l'eau est de un degré Engler, lorsque à une température de 20°, 200 mm^3 s'écoulent en une minute.

La viscosité d'une huile varie avec la température ambiante; elle diminue lorsque la température s'abaisse, d'où la nécessité d'utiliser une huile appropriée à la température.

Pour les machines à bois de rotation élevée, il est bon d'employer :

— à une température de 10° environ,

— une huile dont la viscosité est de 3,5 à 5 degrés Engler.

Classement des huiles.

Huiles fines : viscosité 1,2 à 2 degrés Engler.
Huiles légères : viscosité 2 à 3,5 degrés Engler.
Huiles moyennes : viscosité 3,5 à 6 degrés Engler.

Nota : La qualité de l'huile et du graissage doit varier avec l'époque de l'année et le régime de marche de la machine.
C'est le fournisseur de lubrifiant qui conseille l'utilisateur de la machine sur le choix de l'huile que celui-ci doit adopter.

b) **les graisses.** Ce sont des mélanges d'huile végétale et minérale ayant suivi une saponification.

On réserve les graisses pour les vitesses inférieures à 1 500 tr/mn.

2° Les organes à graisser.

Ce sont :

a) **les glissières.**

Les fréquences de graissage varient selon qu'il s'agit :

— *de glissières à mouvement continu*, ex. : les glissières de la table des mortaisesuses à mèche;

— *de glissières à mouvement discontinu*, ex. : les glissières du chariot qui permet le réglage en hauteur du support de pièces des mortaiseuses à mèche.

Nota : Les glissières des machines à affûter doivent être protégées contre les liquides d'arrosage des meules.

b) **les roulements à billes ou à rouleaux.**

Il faut savoir que l'on utilise :

— *de la graisse*, lorsqu'ils tournent à moins de 1 000 tr/mn.

Nota : On remplit le palier aux trois quarts d'une graisse dite fibreuse. Un ou deux graissages par an suffisent.

— *de l'huile.*

- minérale, pour une vitesse supérieure à 1 500 tr/mn,
- de vaseline, pour une vitesse supérieure à 3 000 tr/mn.

Nota : On remplit le palier d'huile jusqu'à l'axe des billes inférieures.
Un bon graissage prolonge la durée de vie des roulements à billes des machines qui tournent à grande vitesse, ex. : les perceuses, les toupies et les défonceuses.

c) **les dents des engrenages.** On les lubrifie avec de la graisse graphitée.

3° Les procédés de graissage.

Ils doivent permettre.

— un graissage efficace,

— avec une économie de lubrifiant et de temps.

Les procédés de graissage sont au nombre de trois :

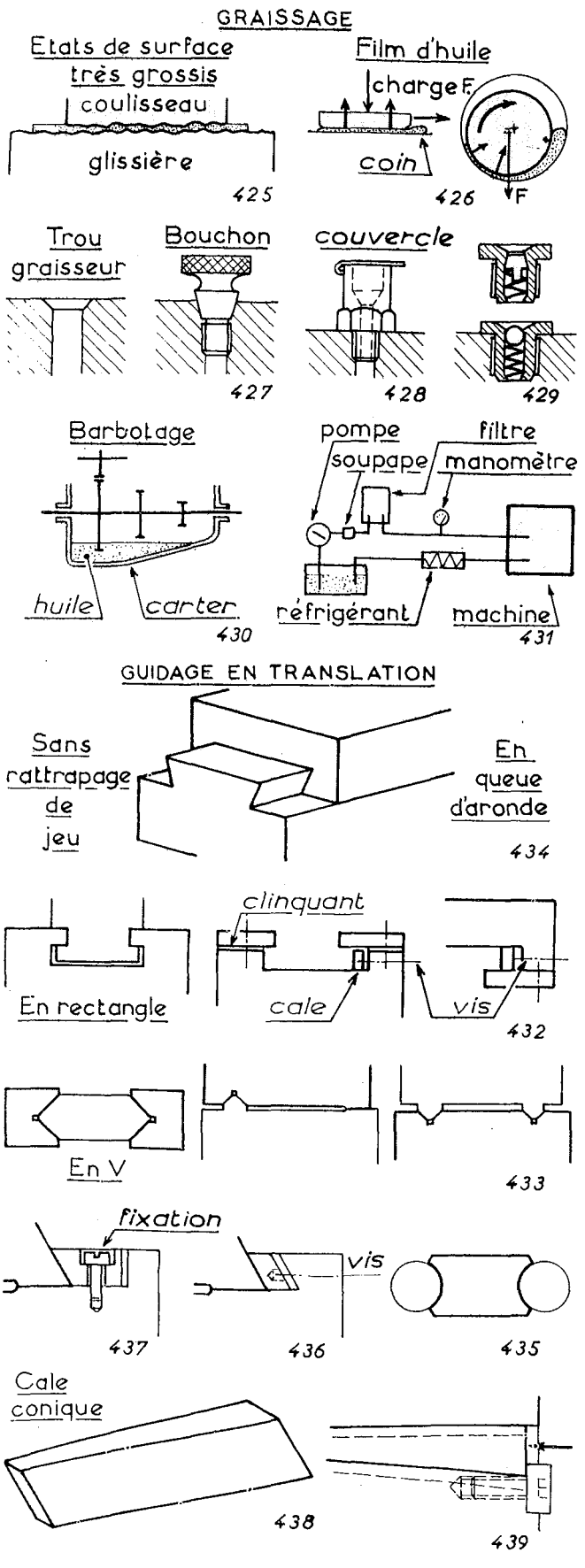
a) **le graissage manuel.**

On le réalise avec :

— *les burettes ordinaires* ou à piston pour injecter de l'huile,

— *les pompes pour l'huile* ou la graisse,

— *les graisseurs à vis* dits Stauffer pour envoyer de la graisse sous pression.



On protège les trous graisseurs des poussières par :

- un bouchon à vis (fig. 427),
- un couvercle à ressort (fig. 428) ou rotatif,
- une bille, ex. : le graisseur Técalémit ou Lub (fig. 429).

Remarques : Le graissage manuel convient pour les faibles vitesses ou une marche intermittente des machines.

Il a l'inconvénient :

- d'introduire trop ou insuffisamment d'huile,
- de favoriser les routines et les négligences de l'opérateur.

b) **le graissage automatique.**

On le réalise :

— *par barbotage.* Il sert pour le graissage des engrenages qui entraînent l'huile par adhérence et projection, ex. : les boîtes de vitesses (fig. 430).

Inconvénient : L'huile chauffe par suite du battement, d'où la nécessité de surveiller son niveau.

— *au moyen d'une pompe à engrenages ou à piston.* Des canalisations distribuent l'huile sous pression aux points d'utilisation (fig. 431).

Remarques. Dans les deux cas, il y a nécessité de vidanger le réservoir et remplacer l'huile après un certain nombre d'heures de fonctionnement de la machine.

c) **le graissage semi-automatique.** Le lubrifiant est, dans ce cas, distribué par des canalisations aux points d'utilisation, mais la commande du graissage est manuelle.

Ce mode de graissage est dit :

— *monocoup* quand on utilise de l'huile,

— *Stauffer* quand on injecte de la graisse.

Avantage et inconvénient. Ce mode de graissage est centralisé, mais il reste à la libre disposition de l'opérateur.

4° L'organisation du graissage.

a) **le graissage des machines** doit se faire alors qu'elles sont à l'arrêt. A la rigueur, on peut graisser les points accessibles et protégés, la machine étant en marche.

Le graissage est fait soit par le conducteur de la machine, soit par le service d'entretien de l'usine.

b) **la fiche de graissage.** Afin d'éviter toutes les discussions inutiles, les avaries graves, chaque machine doit posséder une fiche de graissage en double exemplaire :

— *l'une est destinée au conducteur de la machine,*

— *l'autre au service de contrôle.*

La fiche de graissage doit mentionner :

— les points à graisser :

- journellement,
- hebdomadairement,
- mensuellement.

— la qualité et la quantité du lubrifiant.

— les dates du graissage et des vidanges, s'il y a lieu.

Nota : Il est préférable que la même personne s'occupe toujours du graissage de la même machine. C'est l'expérience qui impose, le plus souvent, les fréquences de graissage. Graisser trop ou pas assez est toujours une chose nuisible pour le rendement de la machine.

c) **l'identification des points à graisser.** On l'effectue avec des couleurs correspondant aux indications fournies par la fiche de graissage.

VÉRIFICATION ET RÉGLAGE DES JEUX FONCTIONNELS

Cela concerne :

1° Les mouvements de translation des chariots supports d'outils ou de pièces.

La correction du guidage des chariots est lié à :

- la qualité géométrique des surfaces en contact,
- l'ajustement de ces surfaces.

Les modes de guidage.

On en distingue deux sortes :

a) **les guidages complets,** en forme :

— de rectangle (fig. 432),

— de V (fig. 433),

— de queue d'aronde (fig. 434),

— circulaire (fig. 435).

Le mouvement de translation est assuré par un certain jeu qui subsiste entre les pièces mises en contact.

Limitation des jeux fonctionnels.

On fait varier les positions relatives des surfaces en contact pour garantir leur jeu fonctionnel malgré leur usure inévitable.

Pour cela, le guidage des chariots se fait en deux temps :

- dans le premier, la glissière porte la surface d'appui;
- dans le second, la contre-glissière et une cale permettent le réglage des jeux fonctionnels.

Cales ou lardons de rattrapage de jeux.

Il en est de diverses sortes :

— *les cales prismatiques de section rectangulaire ou en forme de parallélogramme* (fig. 432, 436).

Le réglage. Ex. : le chariot de la mortaiseuse à mèche.

Pour le réaliser, il faut successivement :

— découpler les leviers, les volants, les butées afin de rendre libre la partie coulissante qui doit être manœuvrée à la main,

— localiser les points durs ou les jeux excessifs,

— desserrer un peu les vis de blocage et les contre-écrous des vis de réglage,

— agir sur les vis de réglage pour obtenir un coulissement libre et sans jeu du chariot,

— serrer les vis de blocage et les contre-écrous.

Nota : Une des vis de réglage au moins doit avoir son extrémité encastrée dans la cale pour que celle-ci ne soit pas entamée par le coulisseau.

— *les cales prismatiques à section trapézoïdale* (fig. 437).

Le réglage. Les jeux fonctionnels sont obtenus en agissant sur les vis.

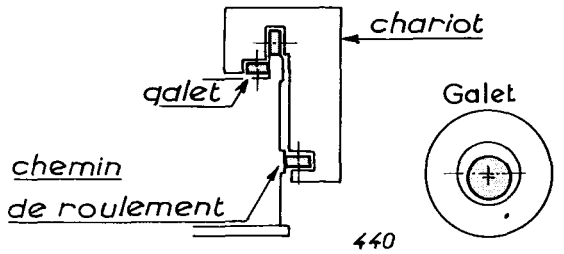
— *les cales en forme de coin* (fig. 438).

Le réglage. Le jeu fonctionnel est obtenu par un déplacement longitudinal de la cale grâce à l'action d'une vis (fig. 439).

Nota : Les cales peuvent jouer le rôle d'organe :

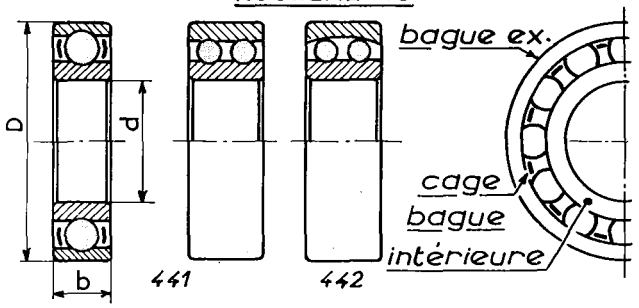
— de réglage des jeux fonctionnels,

— de blocage des chariots grâce à divers systèmes : vis de rappel, excentriques, etc.

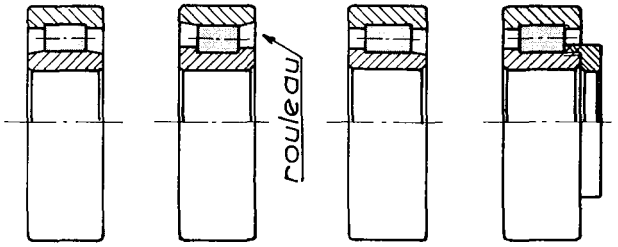


440

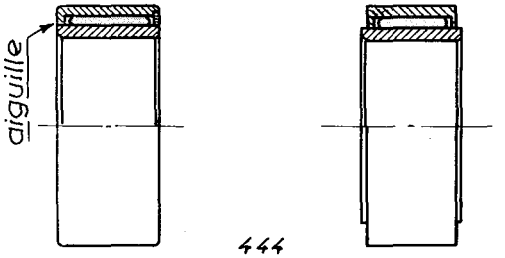
ROULEMENTS



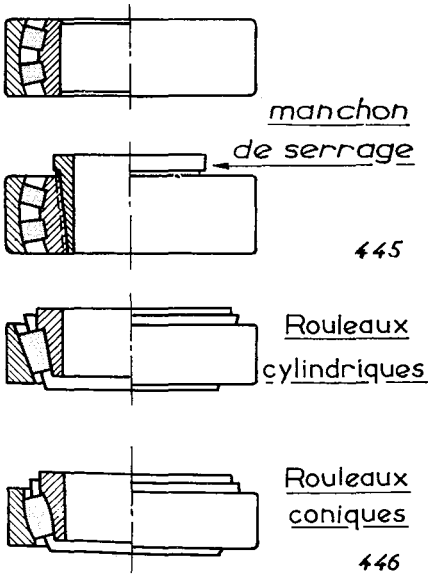
441 442



443



444

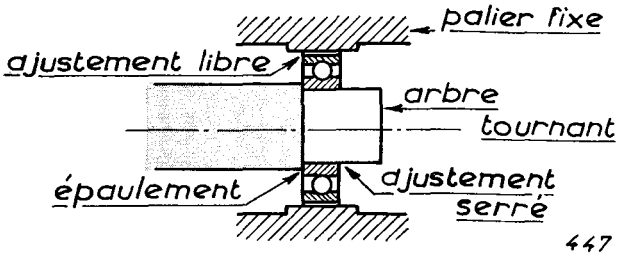


Roulements à charge axiale

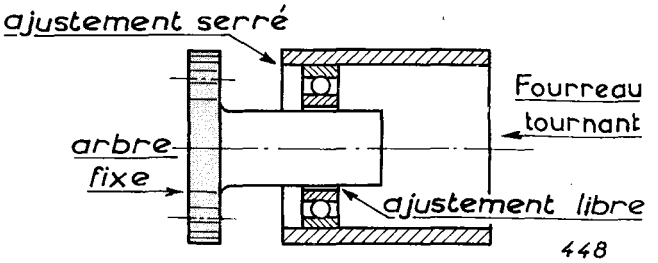
Roulements à charge radiale et axiale

445 446

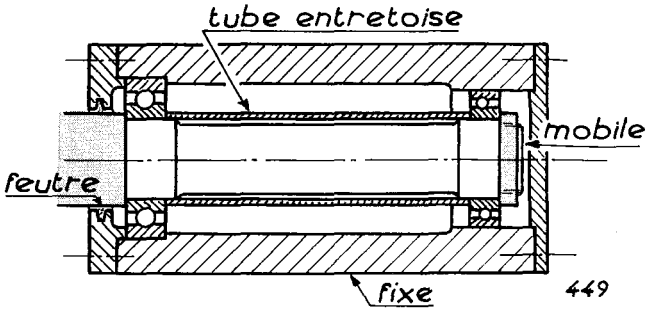
MONTAGE DES ROULEMENTS



447



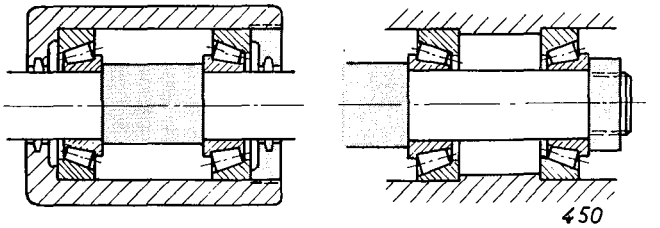
448



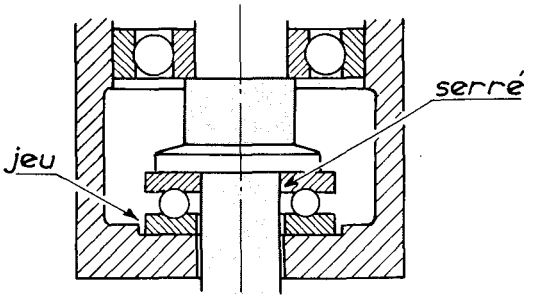
449

Montage direct

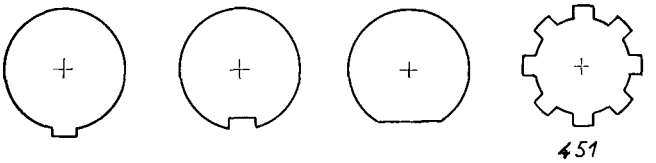
Montage indirect



450



GUIDAGES CYLINDRIQUES



451

b) **les guidages incomplets.** Il s'effectuent au moyen de roulements ou de galets qui se déplacent sur des glissières (fig. 440).

La correction du mouvement est fonction de :

— *la qualité géométrique des surfaces d'appui en période de travail,*

— *l'absence de jeux fonctionnels.*

Le réglage, ex. : celui du chariot de la tenonneuse.

On fait tourner dans son logement l'axe excentré du galet à billes.

Nota : Ne pas oublier de nettoyer et de régler les feutres qui assurent l'évacuation des sciures.

Vérification du déplacement des chariots.

On l'effectue avec un comparateur fixé sur un socle magnétique, lui-même étant placé sur le bâti de la machine.

2° Les mouvements de rotation des broches supports d'outils ou de pièces.

On assure actuellement ces mouvements grâce à des roulements à billes, tous les autres systèmes de paliers n'étant plus guère utilisés.

Les broches peuvent être :

— fixes en position, ex. : dans le tour,

— ou mobiles en translation.

● soit par un chariot, ex. : la mortaiseuse à chaîne;

● soit par un fourreau qui assure un excellent guidage concentrique, ex. : la tenonneuse.

Les roulements à billes sont de trois types :

a) **les roulements à charge radiale,** ex. : l'arbre de la scie à ruban.

— les roulements avec une ou deux rangées de billes.

Ils peuvent être :

● rigides (fig. 441),

● ou à rotules (fig. 442).

— les roulements à rouleaux cylindriques (fig. 443).

— les roulements à aiguilles (fig. 444).

b) **les roulements à charge axiale,** ex. : la broche de la toupie.

— les roulements à rouleaux obliques (fig. 445).

Nota : Ils peuvent avoir un montage conique.

c) **les roulements à charges radiale et axiale.**

— les roulements à rouleaux cylindriques (fig. 446).

— les roulements à rouleaux coniques (fig. 446).

Choix des roulements.

On utilise pour :

— les efforts importants, des broches tournant à une vitesse supérieure à 1 000 tr/mn, des roulements à rouleaux.

— les faibles efforts, des roulements à billes.

— les efforts radiaux et axiaux, des roulements obliques permettant un réglage facile des jeux fonctionnels.

Montage des roulements.

Il y a lieu de distinguer :

— le montage des roulements dans leur logement. Une fois sortis de leur emballage, avant de les placer, on les nettoie soigneusement et on les lubrifie.

En règle générale, les roulements ont :

● un ajustement serré sur la partie tournante de la machine, ex. : pour un palier, l'arbre est monté un peu dur dans la bague intérieure du roulement (fig. 447, 448).

● un glissement doux sur la partie fixe de la machine, ex. : pour une poulie folle, l'arbre est monté de façon qu'il glisse dans la bague intérieure du roulement.

Nota : La bague serrée des roulements doit être :

— mise en place à l'aide d'un tube,

— enlevée avec un arrache-moyeux.

La bague glissante des roulements est mise en place ou enlevée par la pression des deux pouces.

— le jeu d'écartement entre les roulements. Il doit permettre la dilatation thermique des pièces en mouvement.

A cet effet, pour un ensemble comportant deux roulements :

— l'un est serré latéralement,

— l'autre reste libre dans son logement (fig. 449).

Nota : On réserve les manchons fendus pour monter les roulements en un point quelconque d'un arbre.

— Lorsque trois roulements sont alignés sur le même arbre, on règle, sans forcer, le troisième, après que les deux autres aient été serrés à leur place. Si l'on ne prend pas cette précaution, le cisaillement de l'arbre est à craindre.

— Les feutres placés au passage de l'arbre ont pour but de protéger les roulements contre les poussières abrasives.

Réglage et jeu des roulements.

Deux cas sont à considérer :

— Les roulements ordinaires. Ils ne comportent pas de système de réglage. On les change lorsque les billes sont écaillées, les chemins de roulement marqués et aussi lorsqu'ils ont :

● un peu de jeu dans les moteurs électriques et les toupies,

● assez de jeu dans les scies à ruban.

— Les roulements à rattrapage de jeu. C'est grâce à la forme conique des chemins de roulement que l'on peut régler ces organes (fig. 450).

Nota : En principe, on considère un roulement démonté hors d'usage, et il est remplacé par un roulement neuf.

Les roulements des toupies, des défonceuses peuvent être hors d'usage après trois mois de travail intense.

Vérification des jeux fonctionnels.

Avec un comparateur fixé sur le bâti de la machine on contrôle la concentricité :

● de la broche, ex. : la toupie (fig. 452),

● ou de préférence celle d'une pige rectifiée qui remplace l'outil, ex. : la mortaiseuse à mèche.

Nota : Il est bon de vérifier la liaison de la broche avec l'emboîtement cylindrique ou conique du porte-outil, ex. : le pignon support d'outil des mortaiseuses à chaîne.

3° Les mouvements de translation et de rotation des engrenages.

On les réalise avec des arbres cannelés (fig. 451) dits guidages :

Il existe deux types d'arbres dont le centrage cylindrique se fait.

a) **sur le moyeu,**

b) **ou sur les dents.**

LA VÉRIFICATION DE L'ÉQUILIBRAGE DES ARBRES TOURNANT A GRANDE VITESSE

Nous avons vu, tout au cours de cet ouvrage, combien il était important que :

— les outils à dents amovibles,

— les mèches des défonceuses,

soient parfaitement équilibrés afin de ne pas créer des vibrations dangereuses pour la vie de l'outil et de la machine, et pour la sécurité de l'utilisateur. En outre, si cette condition ne se trouve pas réalisée, l'état de surface des pièces usinées est défectueux et manque de précision, le prix de revient des opérations de ponçage augmente.

Une broche de machine et un outil ne sont pas équilibrés lorsque leur centre de gravité ne se confond pas avec leur centre géométrique.

Le déséquilibre peut être :

1° Statique.

C'est le cas d'un outil qui reposant sur des arêtes de couteaux placés dans un même plan horizontal, s'immobilise toujours dans la même position (fig. 453). Ex. : la valve d'une roue de bicyclette s'arrête toujours en bas. On dit qu'elle a du balourd.

2° Dynamique.

C'est le cas d'un outil qui possède un équilibre indifférent avec un couple de torsion engendré par deux masses équilibrées et non opposées. Ex. : le pédalier d'une bicyclette équipée de ses pédales.

Dans cette position, les masses sont sollicitées par la force centrifuge et déforment les pièces flexibles.

3° Cinétique.

C'est le cas d'un outil qui possède un équilibre indifférent sans couple de torsion (fig. 454). Ex. : le pédalier d'une bicyclette sans manivelles ni pédales.

a) **vérifications de l'équilibrage d'un corps.** Un mauvais équilibre se manifeste par les vibrations de la machine et du sol de l'atelier.

On l'observe avec :

— une pièce de monnaie placée à champ sur la table de la machine,

— ou un appareil électrique dit capteur de vibrations.

b) **remède au manque d'équilibre statique.**

Première phase, observation : on pose la pièce à équilibrer :

— sur un banc d'équilibrage (voir l'équilibrage des mèches de défonceuses, page 77).

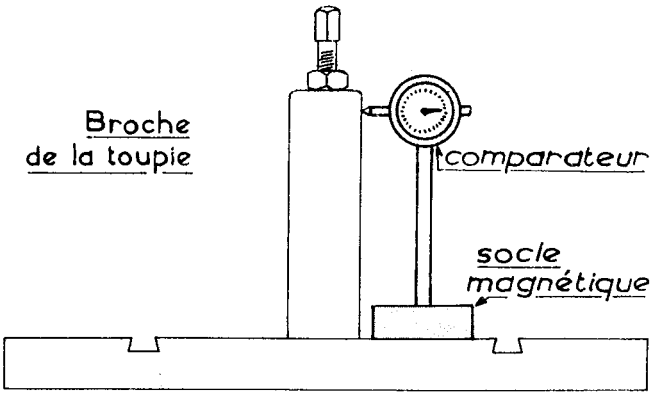
— puis, on repère le point le plus lourd.

Deuxième phase, remède :

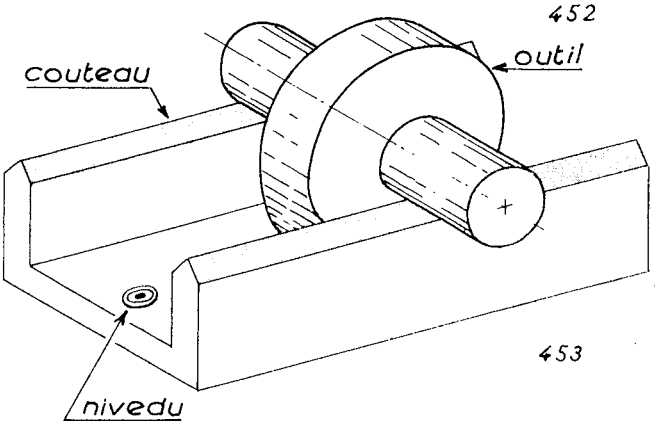
— on place à l'opposé de la masse en excédent une masse équivalente, ex. : les roues en fonte des scies à ruban;

— on perce à l'endroit le plus lourd une série de trous plus ou moins importants, ex. : la turbine d'un aspirateur de copeaux.

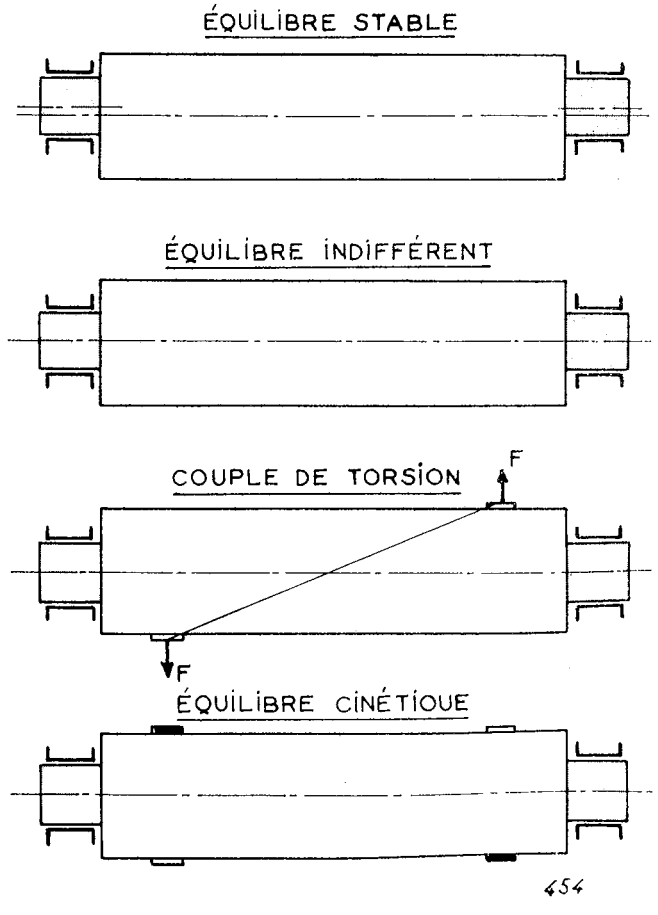
Nota : Un équilibre cinétique exige une machine à équilibrer perfectionnée. C'est le cas pour un porte-outil de raboteuse avec ses cales et ses vis de serrage.



452



453



454

TABLE DES MATIÈRES

Pages

L'usinage du bois 5

L'étude des outils tranchants animés d'un mouvement circulaire 6

Le corroyage 16

Le dégauchissage 20
- Manuel 20
- Semi-Automatique 22
- Automatique dans la grande industrie 24

Le rabotage 25

L'étude des lames tranchantes de corroyage et leur porte-outil par la méthode d'analyse fonctionnelle 30

Le mortaisage 32
- Les mortaiseuses à mèche horizontale 32
- La mortaiseuse à chaîne verticale 36
- La mortaiseuse vibrante à couteau unique 40
- La mortaiseuse vibrante à trois couteaux 42

Le tenonnage 44

Le perçage 52

Le toupillage 58

Le calibrage automatique et semi-automatique 66

Le corroyage et profilage multi-faces 70

Le défonçage 74

Les montages d'usinage 84

Le tournage 86

Le ponçage des bois 95

L'affûtage des outils tranchants 106

L'entretien des machines ..... 120 à 125

IMPRIMERIE CHAIX-DESFOSSÉS-NÉOGRAVURE
13, Quai Voltaire, PARIS
46.001-1-68.

Dépôt légal n° 3563.
1er trimestre 1968.

Imprimé en France.

AIDE-MÉMOIRE TECHNOR

Volumes 13,5 × 21 reliés

SOUS LA DIRECTION DE A. CHEVALIER

E. BAILLEUL et J. HEURTEMATTE

- **INDUSTRIES DU BOIS**

R. DELEBECQUE

- **BATIMENT 1 - Dessin**
- **BATIMENT 2 - Éléments de construction**

R. CLUZEL

- **MATHÉMATIQUES 1**
- **MATHÉMATIQUES 2**

J. ROLLET

- **TRAVAIL DES PLASTIQUES**

M. DELANETTE

- **TECHNIQUE DE L'AUTOMOBILE**

A. LETALNET ET R. PASQUIER

- **TRAVAIL DES TOLES ET PROFILÉS**

P. HEINY

- **ÉLECTRICITÉ APPLIQUÉE**

M. BIBAL et P. HEINY

- **ÉLECTRONIQUE APPLIQUÉE**

H. RIBEROL

- **DESSIN INDUSTRIEL**

M. DELANETTE et H. DUBOIS

- **MÉCANIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE**

Imprimé en France - DELAGRAVE PARIS (7.67)